

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO AEROBICO COMBINADO CON  
YOGA EN EL COMPORTAMIENTO DE ALGUNAS VARIABLES DEL ESTRÉS  
CRÓNICO**

**LORENA OBREGÓN ALARCÓN FT.**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS  
MAESTRIA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS - 7670  
SANTIAGO DE CALI  
2017**

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO AEROBICO COMBINADO CON  
YOGA EN EL COMPORTAMIENTO DE ALGUNAS VARIABLES DEL ESTRÉS  
CRÓNICO**

**LORENA OBREGÓN ALARCÓN FT.**

Trabajo de grado como requisito para optar al título de:  
**MAGISTER EN CIENCIAS BIOMÉDICAS**

Director

*BLANCA C. SALAZAR MD., MSc*

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS  
MAESTRIA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS 7670  
SANTIAGO DE CALI  
2017**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

Santiago de Cali, \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por ser mi compañía y guía a lo largo de la carrera, por darme fortaleza en medio de la debilidad y por brindarme una vida llena de experiencias y aprendizajes.

A mi directora de tesis, Dra. Blanca Salazar, por su esfuerzo, paciencia y dedicación, y por compartir desinteresadamente sus conocimientos, su experiencia en la consecución de este logro.

A los profesores de la escuela de ciencias biomédicas, les agradezco por todo el apoyo a lo largo de la carrera, por su tiempo, y por los conocimientos que me transmitieron.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que les agradezco a su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos buenos y sobre todo los más difíciles.

Gracias totales.

## **ABREVIATURAS**

<b>SNA</b>	Sistema Nervioso Autónomo
<b>SNS</b>	Sistema Nervioso Simpático
<b>SNP</b>	Sistema Nervioso Parasimpático
<b>HPA</b>	eje Adrenocortical Hipotalámico-Pituitario
<b>SAM</b>	sistema medular Simpático-Adrenal
<b>FC</b>	Frecuencia Cardíaca
<b>VFC</b>	Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca
<b>SDNN</b>	desviación estándar de todos los intervalos RR
<b>RMSSD</b>	Raíz cuadrada del promedio de la suma de las diferencias al cuadrado, entre intervalos RR adyacentes
<b>LF</b>	Baja frecuencia
<b>HF</b>	Alta frecuencia
<b>CVRS</b>	Calidad de Vida Relacionada con la Salud
<b>PSS</b>	Escala de Percepción de Estrés

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>RESUMEN</b>	1
<b>INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>1. REFERENTE CONCEPTUAL</b>	4- 15
1.1. Definición de estrés	5
1.2. Perspectiva biológica del estrés	9
1.2.1. Respuesta Biológica del estrés	9
1.2.2. Evaluación biológica del estrés	12
1.3. El ejercicio Físico aeróbico y el yoga como estrategia para el manejo y control del estrés.	13
<b>2. OBJETIVO GENERAL</b>	16
<b>3. METODOLOGÍA GENERAL</b>	16-26
3.1. Tipo de estudio	16
3.2. Tamaño de la muestra	16
3.3. Criterios de selección	16
3.3.1. Criterios de inclusión	16
3.3.2. Criterios de Exclusión	17
3.4. Variables, indicadores y operacionalización	17
3.5. Procedimientos	19
3.6. Recolección y procesamiento de datos	22
3.7. Análisis estadístico de los datos	22
3.8. Consideraciones éticas	25
<b>4. RESULTADOS</b>	27-68
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUJETOS DEL ESTUDIO	27
4.2. PERCEPCIÓN DE ESTRÉS Y EJERCICIO AERÓBICO MODERADO (BAILE) COMBINADO CON YOGA	31-38

4.2.1. Objetivo específico	31
4.2.2. Descripción de la variable	31
4.2.3. Procedimientos	32
4.2.4. Análisis de datos	32
4.2.5. Resultados	32
4.2.6. Discusión	35
 4.3. EFECTO DEL EJERCICIO AERÓBICO (BAILE) COMBINADO CON YOGA EN LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA (VFC) EN SUJETOS QUE SE PERCIBEN ESTRESADOS.	 39-53
4.3.1. Objetivo específico	39
4.3.2. Descripción de la Variable	39
4.3.2.1. Parámetros del dominio temporal	41
4.3.2.2. Parámetros del dominio de frecuencia	42
4.3.3. Procedimientos	43
4.3.4. Análisis de datos	45
4.3.5. Resultados	46
4.3.5.1. Variables del dominio de tiempo de la VFC	46
4.3.5.2. Variables del dominio de la frecuencia de la VFC	48
4.3.6. Discusión	50
 4.4. CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD (CVRS) Y EJERCICIO AERÓBICO MODERADO (BAILE) Y YOGA, EN SUJETOS QUE SE PERCIBEN ESTRESADOS.	 54-58
4.4.1. Objetivo específico	54
4.4.2. Descripción de la Variable	54
4.4.3. Procedimientos	54

4.4.4. Análisis de datos	55
4.4.5. Resultados	55
4.4.6. Discusión	56
<b>4.5. EFECTO DEL EJERCICIO AERÓBICO (BAILE) COMBINADO CON YOGA EN EL RECUENTO DIFERENCIAL DE LEUCOCITOS EN SUJETOS QUE SE PERCIBEN ESTRESADOS.</b>	<b>59-63</b>
4.5.1. Objetivo específico	59
4.5.2. Descripción de la Variable	59
4.5.3. Procedimientos	59
4.5.4. Análisis de datos	60
4.5.5. Resultados	60
4.5.6. Discusión	62
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>64</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>75-82</b>



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Definición de Variables, Indicadores y Operacionalización.	17
<b>Tabla 2.</b> Hiperparámetros de las distribuciones a priori seleccionadas para las variables de PSS, CVRS, VFC y Leucograma.	24
<b>Tabla 3.</b> Características Sociodemográficas del grupo control y de intervención con ejercicio aeróbico moderado (baile) y yoga.	28
<b>Tabla 4.</b> Características clínicas de los grupos de estudio.	29
<b>Tabla 5.</b> Puntajes de la PSS10, antes y después de 8 semanas, para el total de sujetos del grupo de intervención y el grupo control.	33
<b>Tabla 6.</b> Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de PSS10.	34
<b>Tabla 7.</b> Medidas obtenidas en la SDNN.	46
<b>Tabla 8.</b> Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de SDNN.	47
<b>Tabla 9.</b> Medidas obtenidas en la RMSS.	47
<b>Tabla 10.</b> Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de RMSSD.	48
<b>Tabla 11.</b> Medidas obtenidas en la LF.	48
<b>Tabla 12.</b> Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de LF.	49
<b>Tabla 13.</b> Medidas obtenidas en la HF.	49

<b>Tabla 14.</b> Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de HF.	50
<b>Tabla 15.</b> Medidas obtenidas en la CVRS.	55
<b>Tabla 16.</b> Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de CSM.	56
<b>Tabla 17.</b> Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de CSF.	56
<b>Tabla 18.</b> Medidas obtenidas en el leucograma.	61
<b>Tabla 19.</b> Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de leucocitos en sangre.	61

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Modelo conceptual del estrés agudo y crónico.	7
<b>Figura 2.</b> Impacto del estrés sobre los sistemas respondientes.	11
<b>Figura 3.</b> Efecto de la SNA sobre la HR intrínseca.	13
<b>Figura 4.</b> Flujograma del proceso metodológico general	21
<b>Figura 5.</b> Comparación de las diferencias de PSS10 en el grupo de intervenidos y control.	34
<b>Figura 6.</b> Variación de la FC latido- latido	39
<b>Figura 7.</b> Factores que modulan el influjo autonómico cardiaco	40
<b>Figura 8.</b> Disposición de los electrodos en la derivación II para el registro de ECG.	44
<b>Figura 9.</b> Ventana de visualización de resultados de VFC del Labchart	45

## **RESUMEN**

Factores ambientales y psicosociales pueden ser interpretados de manera individual como estresantes y generar efectos adversos en la salud, dependiendo tanto de las características de los estímulos como de las reacciones de cada individuo. Cuando estas reacciones al estrés no son controladas adecuadamente exceden la capacidad física y mental, produciendo efectos principalmente en la función mental, el sistema inmune y la función cardiovascular. El estrés se considera actualmente un factor de riesgo de interés para la salud pública mundial, por su efecto sobre la morbilidad y mortalidad en personas que lo manifiestan.

En Colombia, existe poca evidencia de las ventajas que se tiene con la práctica regular de ejercicio para el manejo de los síntomas del estrés. Este estudio involucró un grupo de individuos con alto estrés percibido, los cuales fueron intervenidos con sesiones de ejercicio que combinan Aerorumba y yoga, para evaluar los cambios de la práctica de estas modalidades de ejercicio aeróbico en la percepción del estrés, en la variabilidad cardiaca, en el recuento leucocitario, y la calidad de vida relacionada con la salud, con el propósito de establecer si ambas técnicas pueden ser una alternativa y utilizarse como enfoque terapéutico para el manejo de las respuestas físicas y mentales del organismo al estrés crónico percibido.

## INTRODUCCIÓN

El estrés es un fenómeno que actualmente alcanza gran magnitud e intensidad, hasta el punto de convertirse en un problema de salud pública mundial (APA, 2011). Hace más de 30 años, la Oficina de Cirugía General de los EE.UU. declaró que cuando el estrés alcanza proporciones excesivas, los cambios psicológicos pueden ser tan dramáticos que pueden generar graves consecuencias en la salud tanto mental como física (U.S. Public Health Service, 1979; Everly G. Lating J. A., 2002). Esto puede atribuirse a aquellos factores ambientales y psicosociales que pueden ser interpretados de manera individual como estresantes y así generar efectos adversos, dependiendo tanto de las características de los estímulos como de las reacciones físicas y mentales de cada individuo en particular (Anderson NB, Belar CD., 2015). Cuando las reacciones al estrés no son controladas adecuadamente, exceden la capacidad individual, produciendo efectos de carácter multifactorial en la función mental, el sistema inmune y la función cardiovascular (Von Känel R., 2012), los cuales pueden manifestarse como ansiedad, depresión, fatiga, insomnio, hipertensión e incluso generar patrones de comportamiento, como el tabaquismo, el sedentarismo y otras conductas negativas (Arnetz BB, Ekman R., 2006; Sharma M., 2014), que influyen en el desarrollo de diferentes enfermedades (Cohen S, Kessler RC., et al., 1997). Colombia no es ajena a esta realidad, en la que el trastorno de ansiedad está presente en un 19,3% de la población colombiana, siendo una prevalencia apreciable en comparación a otras alteraciones físicas y mentales (Estudio Nacional de Salud Mental Colombia 2003).

El estrés es considerado un factor de riesgo modificable y puede ser intervenido mediante terapias que integran elementos biológicos, psicológicos y sociales, las cuales incluyen la adopción de un régimen regular de ejercicio físico y mental, como el baile y el yoga. Numerosos estudios evidencian sus beneficios, con importantes implicaciones en el control autónomo de la respuesta cardiovascular, el acondicionamiento físico, la respuesta inmunológica y la salud mental (Alderman B.L., et al., 2007; Babyak, M., et al. 2000; Blumenthal, J. A. 2011). El ejercicio físico moderado, como el baile y la danza, es utilizado como estrategia para reducir la respuesta simpática al estrés y para disminuir los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (Dhabhar, F. S. 2014; Rohleder, N. 2014), al contrarrestar la respuesta biológica y psicológica a factores estresantes (Hamer M. et al., 2006), de esta manera impacta positiva y significativamente la calidad de vida (Crews y Landers, 1987; Hamer, 2006). De igual manera, la práctica regular del yoga también es utilizada como parte del tratamiento del estrés y de algunos síntomas cardiovasculares, (Pulido, J.A.F., 2009; Whelton, S.P. et al., 2002; Satyapriya M., et al., 2009) como también en la modificación de los factores de riesgo (Li A.W.,

Goldsmith C.A., 2012; Cramer H. et al., 2014; Hegde, S. V. 2011; Pulido, J.A.F., 2009), considerándose por lo tanto una intervención complementaria para participantes sanos y para pacientes con mayor riesgo de padecer enfermedad (Cramer Et al (2014). No obstante, los estudios que comparan el efecto del yoga y del ejercicio parecen indicar que, en las poblaciones de sanos y enfermos, el yoga puede ser tan eficaz o mejor que el ejercicio en la consecución de la mejora de una variedad de medidas de resultado relacionadas con la salud, excepto las relativas a la aptitud física (Ross A. et al., 2010).

A la luz de los hallazgos sobre las respuestas del organismo al estrés percibido, y basados en la poca información que existe en Colombia sobre el efecto de las intervenciones en esta condición, este estudio evaluó el cambio de algunas de las variables que han sido estudiadas y relacionadas con el estado fisiopatológico, en el sistema cardiovascular, estas son: la variabilidad de la frecuencia cardiaca, la cual se considera un parámetro importante para la adaptabilidad al medio ambiente y a las condiciones sociales (Thayer J. F. et al., 2012). Del mismo modo, se evalúa la respuesta leucocitaria del sistema inmune (Heidt et al., 2014a) y la Calidad de Vida Relacionada con la Salud. Teniendo en cuenta estrategias de ejercicio que han sido estudiadas de forma independiente, en este estudio se exploró el efecto de la práctica regular de ejercicio aeróbico (baile) y yoga en una misma sesión, para el manejo del estrés crónico percibido.

En la primera parte del documento, se presenta el desarrollo del marco conceptual en el que se expone para su comprensión, el estrés percibido desde una perspectiva biológica y el efecto que este tiene sobre la salud cuando este estado se presenta de manera crónica. Posteriormente, se desarrolla por capítulos la metodología utilizada en esta investigación para responder a sus objetivos, teniendo en cuenta las consideraciones éticas y las limitaciones del estudio; se finaliza con la exposición y el análisis de los resultados, la discusión de los hallazgos encontrados y las conclusiones.

## 1 REFERENTE CONCEPTUAL

El estrés es un término complejo utilizado comúnmente para referirse a las manifestaciones orgánicas inespecíficas y automáticas, que aparecen cuando un individuo se encuentra frente a situaciones relacionadas con el ritmo de vida, y que demandan una respuesta bien sea para enfrentarlas y superarlas o para adaptarse. Anualmente, se incrementan las manifestaciones de estrés asociados a distintos factores que pueden tener su origen en el aumento de las demandas sociales, culturales, económicas, políticas y ambientales (Anderson et al., 2011). Cuando el estrés alcanza proporciones excesivas, puede generar alteraciones tan dramáticas que generan graves consecuencias en la salud tanto mental como física (Everly & Lating, 2012), alterando la capacidad para gestionar pensamientos, emociones, comportamientos e interacciones con los demás (APA, 2012). El estrés ha sido reconocido desde hace más de 30 años por la Oficina de Cirugía General de los EE.UU (U.S. Public Health Service, 1979), y es considerado un factor de riesgo común a los trastornos mentales pero también a otras enfermedades no transmisibles (Asamblea Mundial de la Salud, 2013).

En Colombia, la Política Nacional de Salud Mental revela una alta prevalencia y el aumento de la incidencia de alteraciones en la salud mental de la población, por múltiples factores relacionados con la transición de la salud de los colombianos (Torres Y., et al., 2013). Según el Estudio Nacional de Salud Mental, los trastornos de ansiedad son los de mayor prevalencia (Villa. & Gomez., 2003; ), incrementándose de 9,6% y 15,1% para el año 1993 y 1997 respectivamente, hasta un 19,3% para el año 2003 (Posada J., et al., 2006; Ministerio de la Protección Social, 2003). El hallazgo para enfermedades mentales en 2015 muestra que, en los adultos, una de cada 25 personas tiene algún trastorno mental y nueve de cada 100 los han padecido en toda la vida (MINSALUD, 2015), en los cuales las más prevalentes son el trastorno depresivo mayor, los trastornos afectivos y de ansiedad, con más del 50,5 % de las personas reportando algún síntoma (irritabilidad, dificultad para dormir, etc.), siendo más frecuentes en las mujeres (58,7 %) que en los hombres (39,0%).Tendencia que se mantiene cuando se observa el estudio realizado en 2003, donde se encontró más frecuencia de estas alteraciones en mujeres (21.8%) de la Región Pacífica y Bogotá D.C, ciudades con mayor prevalencia (22.0% y 21.7% respectivamente) (Posada J., et al., 2006; Ministerio de la Protección Social, 2003)(MINSALUD, 2015).

Estos hallazgos son significativos desde el punto de vista clínico y de salud pública, debido a que el estrés crónico, a largo plazo, podría contribuir a las principales

causas de morbilidad, que para el año 2020 serán las enfermedades no transmisibles como la depresión mayor unipolar y la enfermedad cardiovascular (Mathers y Loncar, 2006; Murray y Lopez, 1997)(Anderson et al., 2011). Esta última es la principal causa de morbi-mortalidad en el mundo y en Colombia (Instituto Nacional de Salud, 2013). Se considera que un alto estrés es equivalente al aumento en 50mg/dl de colesterol LDL, o a un aumento de 2,7mmHg de la presión sistólica y de 1,4 mmHg de la presión diastólica, o a un aumento de 5 cigarrillos más por día, lo que incrementa en 27% el riesgo de enfermedad coronaria (Backé, et al., 2012; Richardson et al. 2012; World Health Organization, 2013; American Psychological Association 2012).

La vida actual no está necesariamente asociada a una mejor calidad de vida. El aumento de la frecuencia y velocidad de los cambios, la inseguridad constante, el exceso de información, el desempleo o el multiempleo, los cambios en la estructura familiar, la pérdida de motivaciones, lealtades y valores, señalan los múltiples factores estresantes a los cuales las personas pueden enfrentarse (Schwartzmann, 2003). Un alto nivel de estrés influye en la salud mediante el efecto directo sobre el funcionamiento fisiológico, el reconocimiento de síntomas, la búsqueda de atención médica, la generación de conductas saludables y no saludables (Gaviria M, et al., 2007), lo que conlleva a generar riesgo para el desarrollo de enfermedad, y con esto afectar la salud y el bienestar, conceptos relacionados con la calidad de vida (APA, 2011; Cozzo & Reich, 2016).

Teniendo en cuenta la definición de salud de la Organización Mundial de Salud (1947) como «*un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades*» (OMS, 1972), y reconociendo el estrés crónico como un factor de riesgo, que altera no solo el bienestar físico sino también el mental, y que contribuye a la exacerbación de diferentes tipos de enfermedad, debe considerarse como un problema de salud pública, que amerita planes de tratamiento en los sectores público y privado (Asamblea Mundial de la Salud, 2013).

## 1.1 Definición de Estrés

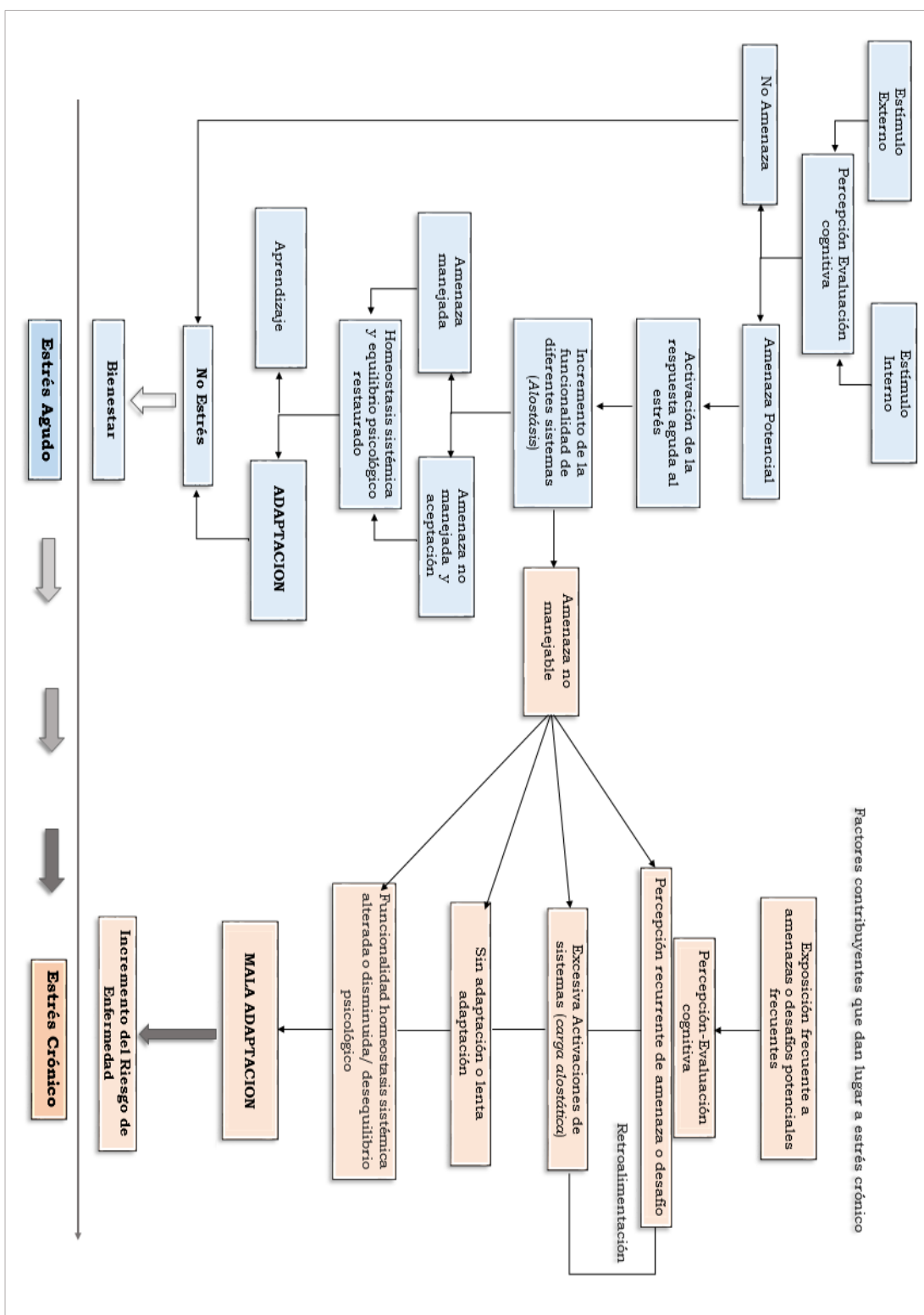
El término estrés se introdujo por primera vez en las ciencias de la salud en 1926 por el fisiólogo canadiense Hans Selye para referirse a "*la respuesta no específica del cuerpo a cualquier demanda*" (Selye, 1976). La característica de la respuesta, física y/o mental, guarda una relación importante con el tiempo en que se manifiesta. En este sentido, se reconoce el **estrés agudo** como un proceso de corto



plazo, que inicia con un estímulo, físico o psicológico, y puede durar un período de minutos a horas (Dhabhar FS. 2014) (McVicar, Ravalier, & Greenwood, 2014; Smyth, Zawadzki, & Gerin, 2013). La activación transitoria de los sistemas fisiológicos causa respuestas biológicas que facilitan la capacidad del organismo para enfrentarse al desafío amenazante, reasignando prioridades y recursos biológicos para la activación de la respuesta de “lucha o huida” (Smyth et al., 2013) (Canon, 1914). En este sentido, el estrés agudo es una respuesta natural, que no está implicada en el desarrollo de enfermedades, y que al contrario, permite manejar situaciones adversas, superarlas y buscar adaptaciones de supervivencia con mejores herramientas.

La respuesta generada por estrés agudo trae consigo distinciones que son de carácter positivo, conocido como “*eustrés*” (Selye, 1974), cuando se consigue superar la amenaza y lograr la adaptación, es decir, cuando el organismo es capaz de regresar a niveles de homeostasis para conservar la estabilidad de las variables reguladoras orgánicas en un rango aceptable, como señal de que la respuesta al estrés agudo ha finalizado (Dhabhar FS. 2014). Por el contrario, la respuesta es de carácter negativo, “*distrés*”, si la respuesta biológica al estrés persiste ocasionando mala adaptación y por consiguiente aumentando el riesgo de enfermedad por la activación prolongada de los sistemas fisiológicos sensibles a este estado.

El **estrés crónico**, definido como aquel que persiste durante varias horas al día, semanas o meses (Dhabhar FS. 2014, McEwen BS., 1997). Un determinado ambiente o estímulo estresante puede causar activaciones repetidas de los sistemas fisiológicos, poca o muy lenta adaptación y dificultad para retornar a la homeostasis o al estado base previo (McVicar et al., 2014; Smyth et al., 2013); bajo estas condiciones, esta respuesta natural de supervivencia se convierte en una causa de alteración del estado de salud, incrementando el riesgo de enfermedad (Dimsdale, 2008; Greca, n.d.; Hollon, Burgeno, & Phillips, 2015). En la **figura 1**, se esquematizan ambas expresiones del estrés, agudo y crónico.



**Figura 1.** Modelo conceptual del estrés agudo y crónico.

Existen distintos enfoques que intentan explicar el estrés y sus posibles efectos en el individuo. Estos son desde (1) el estímulo, el enfoque medioambiental que relaciona el estrés con experiencias surgidas en el ambiente que rodea al individuo y asociadas con demandas adaptativas; Desde (2) la respuesta, el enfoque biológico que se centra en la activación de los sistemas fisiológicos sensibles a las demandas físicas y psicológicas; y por último, desde (3) la interacción entre el estímulo y la respuesta, el enfoque psicológico que se relaciona con la interpretación o percepción individual de cada persona para hacer frente a las demandas impuestas (Rout R. U., Rout K. J. 2002; Cohen et al., 1997). Estos enfoques coinciden en que ***“el estrés es un proceso por medio del cual las demandas se imponen o exceden la capacidad adaptativa de un organismo, resultando en respuestas biológicas y psicológicas que pueden colocar a las personas en riesgo de enfermedad”*** (Cohen et al., 1997).

Los investigadores explican el estrés como una combinación de estos enfoques (Lazarus R.S., Launier, R. 1978; Cohen et al., 1997). Por ejemplo, el “modelo transaccional” (Lazarus & Folkman, 1984) es de tipo cognitivo y se basa en la evaluación psicológica de las demandas que un individuo realiza sobre el medio, su capacidad para enfrentarlas, y el aprendizaje que surge para enfrentar nuevamente una situación. Otros investigadores se ocupan del efecto del estrés sobre los sistemas biológicos, y explican por qué las respuestas repetidas de estrés agudo pueden conducir a un mayor riesgo de enfermedad (McVicar et al., 2014). Selye (1976) describe el “Síndrome de Adaptación General” como la respuesta biológica relacionada con la activación del Sistema Nervioso Simpático (SNS) y la evaluación psicológica realizada al factor de estrés. McEwen (1998) propone el concepto de “carga alostática” para referirse al “desgaste psicofisiológico” que se produce mientras que diferentes sistemas biológicos trabajan para mantenerse en equilibrio (alostásis) en respuesta a las demandas internas o externas a factores de estrés crónicos (Dhabhar FS., 2014) (Korte, et al., 2005).

## 1.2 Perspectiva biológica del estrés

### 1.2.1 Respuesta biológica al estrés

En general, la duración de la respuesta biológica por el estrés agudo o las alteraciones sistémicas por el estrés crónico generan mecanismos celulares asociados (McVicar, 2013, Dhabhar FS., 2014) que influyen en la patogénesis de la enfermedad física, dado por el aumento de estados afectivos negativos, como la ansiedad y la depresión, los cuales a su vez exacerban procesos biológicos sensibles o patrones de comportamiento que pueden aumentar la carga alostática, para mantener las variables fisiológicas en un rango dinámico aceptable por los sistemas endocrino y SNA (Chovatiya & Medzhitov, 2014) (Dahbhar, 2014), a nivel orgánico general, en los compartimentos de los tejidos y dentro de las células individuales (Rozanski et. al., 2005).

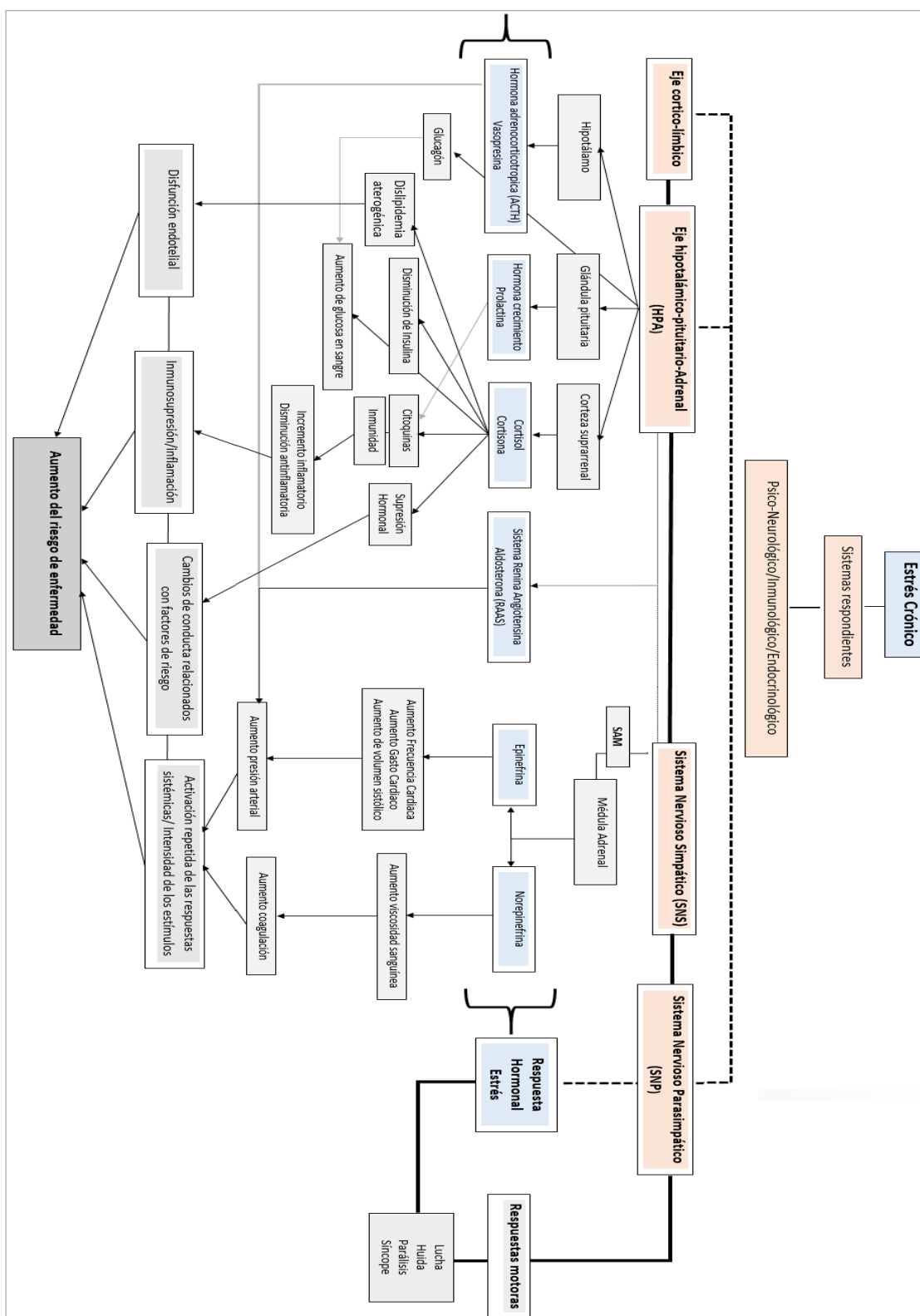
En la vía biológica que une las emociones y la enfermedad, las hormonas liberadas del sistema medular Simpático-Adrenal (SAM) y del eje Adrenocortical Hipotalámico-Pituitario (HPA) son usualmente las más discutidas y asociadas a experiencias estresantes, las cuales participan en la activación de los sistemas psico-neurológicos, inmunológicos y endocrinos. Estas incluyen: hormona liberadora de corticotropina (CRH), cortisol, vasopresina, epinefrina, norepinefrina, hormona del crecimiento, prolactina, y opiáceos naturales como betaendorfina y encefalina liberados en el cerebro (H. S. Kim & Yosipovitch, 2013; McVicar et al., 2014; Mucio-ramírez, 2007). El aumento de estas hormonas ha sido implicado en la patogénesis de la enfermedad cardiovascular y de enfermedades del sistema inmune, incluyendo el cáncer, enfermedades infecciosas y autoinmunes (Dhabhar, 2014; Sánchez et. al, 2008). Los mediadores primarios de la respuesta al estrés se resumen en la **figura 2**.

El sistema límbico es un componente primitivo del sistema nervioso central (SNC) que tiene relación con mecanismos de supervivencia del individuo y de la especie, recibe aferencias de todos los sistemas sensoriales y también de áreas de asociación compleja a nivel cortical y talámico. En particular, se le relaciona con procesos de reconocimiento de las emociones positivas y negativas (Greca, n.d., 2005; McVicar et al., 2014); La amígdala es un componente central de la memoria emocional, de la acumulación de experiencias y del comportamiento reactivo en el aprendizaje del miedo, ansiedad y otras emociones (Greca, 2005); proyecta numerosas eferencias que son reguladas por sistemas serotoninérgicos y dopaminérgicos que se activan alternativamente en relación con los distintos estímulos, y producen respuestas conductuales, motoras, autonómicas y

endocrinas. Está asociada con la activación de centros simpáticos en el tallo cerebral y con la liberación de la hormona corticotropina (CRH), que estimula el eje HPA y permite la liberación de cortisol a la sangre. De esta manera, un proceso de retroalimentación opera desde la cognición hasta la respuesta biológica (Gold, 2014; McVicar et al., 2014).

La respuesta hormonal del eje **HPA**, *Síndrome de Adaptación general (GAS)* (Selye, 1956), contribuye en la respuesta al estrés, con una reacción generalizada del organismo para adaptarse. En ésta, cuando un estímulo estresante es percibido y evaluado por la corteza prefrontal (Thayer, J. F., et al. 2012), envía información a la amígdala y, finalmente al hipotálamo, donde secreta la CRH, que estimula la hipófisis para liberar la hormona adrenocorticotropina (ACTH) en el flujo sanguíneo, que estimula la corteza adrenal para secretar glucocorticoides (cortisona y cortisol) y adrenalina a la circulación. Este mecanismo biológico mantiene el estado de alerta en los individuos. (Cuevas, S. G., & Gutiérrez, E. J. C. 2012; Rout R. U., Rout K. J. 2002). Posteriormente, se genera una etapa de resistencia, en la cual la liberación de corticosteroides continua alta pero estable, y el individuo puede adaptarse totalmente al estímulo estresor mejorando o desapareciendo los síntomas. Si el estímulo es tan severo que agota las defensas somáticas, la glándula pituitaria anterior y la corteza adrenal pierden su capacidad para secretar hormonas y el organismo no es capaz de adaptarse. Los síntomas reaparecen y aquellos órganos vulnerables pueden afectarse (Rout R. U., Rout K. J. 2002, Cohen et al., 1997).

La activación del SAM y su impacto biológico sobre las reacciones del organismo han sido descritos en el síndrome de “*lucha o huida*” propuesta por Walter Cannon en 1915. la respuesta es mediada por la secreción de *epinefrina y norepinefrina* a través de la medula adrenal y/o las terminaciones nerviosas simpáticas, las cuales regulan todas las funciones corporales necesarias para responder adecuadamente, generando cambios en frecuencia y contractilidad cardíaca, presión arterial, ventilación pulmonar, sudoración, y metabolismo de la glucosa, reducción en el tiempo de coagulación sanguínea, movilización de células sanguíneas vía tracción del bazo y disminución de la actividad gastrointestinal. Esta respuesta masiva es un mecanismo primitivo de supervivencia, que en algunos individuos puede ser disparada espontáneamente, con mínima provocación o con recuerdos de situaciones estresantes (Smyth et al., 2013). Sin embargo, las neuronas simpáticas tiene propiedades celulares que son variables, permitiendo al sistema simpático producir distintos efectos sobre objetivos con diferentes funciones (Boron y Boulpaep, 2017).



**Figura 2.** Impacto del estrés sobre los sistemas respondientes.

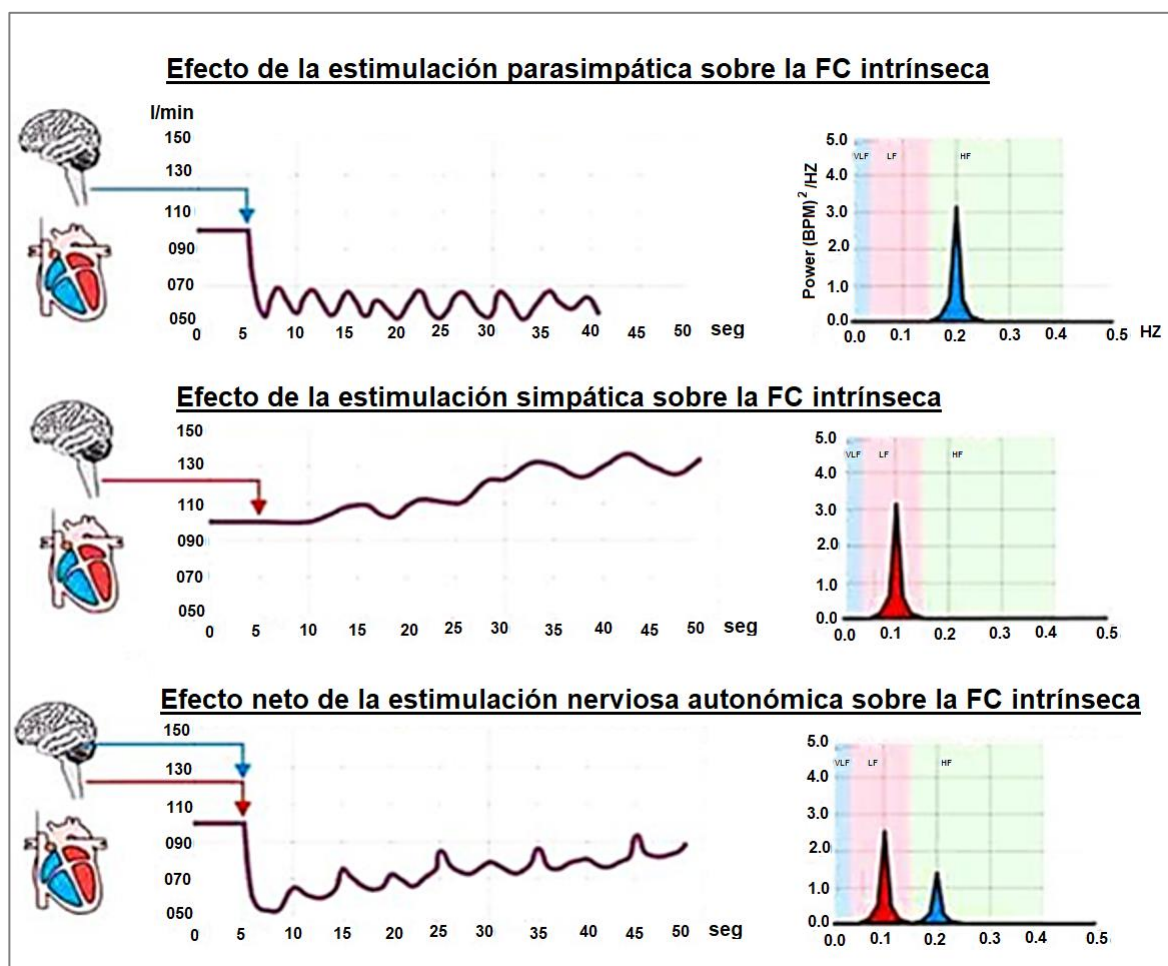
### 1.2.2 Evaluación biológica del estrés

El efecto negativo que el estrés crónico puede desempeñar en la vida de los individuos y las reacciones psicofisiológicas dadas por las hormonas liberadas, que pueden inducir cambios en casi todas las células y tejidos (Selye, H. 2013), pueden ser evaluados con distintas variables fisiológicas que informan acerca de la presencia de un estado de afecto negativo como el estrés crónico (Dhabhar FS., 2014).

El sistema Cardiovascular es altamente sensible a los cambios del estado emocional y conductual, dada la respuesta inmediata y continua de este sistema a situaciones de reposo y de sueño, periodos de actividad moderada y severa. El sistema nervioso autónomo (SNA), a través de la modulación entre la influencia del Sistema Nervioso Simpático (SNS) y el Sistema Nervioso Parasimpático (SNP), influye en la FC intrínseca generada por el nodo sinoauricular (nodo SA), **figura 3**, (Virtanen, r. et al., 2003). En general, ambas influencias están activas, sin embargo, en estado de reposo la influencia principal depende del predominio parasimpático, que retarda la FC, para favorecer la conservación de energía.

La modulación vagal del corazón es sensible a las experiencias de estrés persistente, independientemente de la edad, del género, de la tasa respiratoria o de la condición cardiorrespiratoria. La frecuencia cardíaca (FC) y su Variabilidad (VFC) son indicadores del funcionamiento del sistema nervioso autónomo y de la reactividad cardíaca a factores de estrés (Huang et al., 2013). Distintos estudios relacionan negativamente un mayor nivel de estrés y la disminución de la VFC, (Yusuf et al., 2004)(Task Force, 1996; Hynynen et al., 2011), lo que conlleva la recuperación insuficiente de la respuesta cardiovascular (Taelman et al., 2008) y endocrina a factores de estrés (Task Force, 1996).

El sistema inmune, y su respuesta inmunoprotectiva, inmunopatológica e inmunoregulatoria/inhibitoria (Dhabhar, 2014), también responde al estrés crónico (Rohleder N., 2014), para eliminar el factor de estrés, es decir, la fuente de perturbación y en última instancia para devolver el sistema al estado homeostático (Chovatiya R., Medzhitov R. 2014, Rohleder N., 2014). La magnitud y la duración del aumento de las hormonas del estrés pueden tener efectos significativos en la distribución y función de células inmunes (Dhabhar FS., 2014), mostrando aumentos transitorios de citoquinas proinflamatorias de la inmunidad natural e innata, circulantes en personas con altos niveles de estrés percibido (Brydon L., et al., 2008).



**Figura 3.** Efecto de la SNA sobre la HR intrínseca. El tiempo de respuesta cardíaca a la estimulación simpática es relativamente lento, tarda 5 segundos para aumentar la FC después de la aparición de la estimulación simpática y casi 30 segundos para alcanzar su nivel máximo estable. El tiempo de respuesta cardíaca a la estimulación parasimpática se tarda sólo uno o dos latidos del corazón antes de desacelerar a su mínimo proporcional al nivel de estimulación (tomado de medicore, 2010)

### 1.3 El ejercicio Físico aeróbico y el yoga como estrategia para el manejo y control del estrés.

El estrés causado por situaciones específicas puede ser manejado adecuadamente en la práctica rutinaria a partir de cambios en el estilo de vida; y aunque actualmente se está muy familiarizado con el termino estrés y las intervenciones para su manejo, como ejercicio físico, yoga, música relajante, actividades placenteras y otras intervenciones psicológicas, aún se subestima el potencial eficaz de tales técnicas.



En Colombia, son muchas las intervenciones que se han realizado con el fin de disminuir los posibles efectos que el estrés pueda tener sobre el organismo, utilizando, entre otras, el yoga y el ejercicio físico (Pulido, J.A.F., 2009; Parra M.A., Guerrero C., 2015). La evidencia sugiere que el ejercicio aeróbico moderado puede modificar los factores de riesgo primario y secundario, incluyendo factores psicosociales (Lawlor DA, et al. 2001; Rozanski A. et al. 2005), mediante la reducción de los efectos negativos del estrés psicológico crónico o por atenuación de la reactividad cardiovascular aguda al estrés que puede ser perjudicial cuando se ha elevado a niveles excesivos (Alderman BL., et al, 2007).

Existe un consenso general de que el ejercicio aeróbico, y la adaptación fisiológica que genera, ejerce una reducción de los valores de Frecuencia Cardíaca basal y durante las pruebas de estrés mental (Costin A., et al. 2013), y por ende mayor Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (Hautala et al., 2010), asociada con una mejor respuesta a las demandas del ambiente y mayor recuperación de los sistemas fisiológicos después del estrés en respuesta al estrés físico y psicológico (Huang et al., 2013). Curiosamente, el ejercicio aeróbico agudo, de alta y baja intensidad, resulta también en atenuación de la reactividad cardiovascular y mejora la frecuencia cardíaca de recuperación al estrés psicológico, en comparación con controles sedentarios (Alderman BL., et al, 2007; Hamer M. et al., 2006). Una mayor aptitud física se asocia con una menor respuesta de citoquinas inflamatorias al estrés (Dhabhar FS., 2014) y una reducción menos pronunciada en la VFC, esto puede ser uno de los mecanismos por los que una buena aptitud física confiere protección contra riesgo cardiovascular (Hamer M., Steptoe A., 2006). Por lo tanto, la práctica de ejercicio aeróbico es crucial para las intervenciones psicosociales que buscan el riesgo de enfermedad.

Existen un sin número de estudios que buscan establecer bajo qué condiciones la práctica de ejercicio aeróbico puede reducir las respuestas simpáticas al estrés y generar las menores respuestas cardiovasculares, y así limitar la exposición a excitación parasimpática fisiopatológica repetida (Crews y Landers, 1987), es decir, que el efecto amortiguador del ejercicio aeróbico a factores de estrés puede depender de la dosis de ejercicio (Alderman BL., et al, 2007). En este sentido, el ejercicio aeróbico moderado, definido como ejercicio de intensidad de 65% del consumo máximo de oxígeno (o hasta un 75 % de la Frecuencia Cardíaca de Reserva, FCR) y el ejercicio vigoroso (intensidad mayor a 75% de la FCR) demostraron atenuación significativa post ejercicio de la reactividad cardiovascular relacionada con el estrés (Hamer M. et al., 2006).

La duración de la sesión de ejercicio aeróbico interactúa con la intensidad para resultar en beneficios fisiológicos y psicológicos. Se recomienda una duración entre 20 y 60 minutos de ejercicio aeróbico continuo para obtener resultados positivos sobre el estado psicológico. A menor intensidad del ejercicio, se recomienda que la sesión este entre 30 minutos y más; de manera inversa, a mayor intensidad la sesión puede hasta 20 minutos (ACSM, 2013). Una duración mayor a 75 minutos o una intensidad mayor al 70% del  $\text{VO}_2$  máx probablemente disminuiría los beneficios psicológicos; este efecto opuesto sería probablemente ocasionado por una baja condición aeróbica, conllevando a un mayor malestar fisiológico y perceptivo durante el ejercicio, y por la activación de procesos anaeróbicos (Reed J., Ones D., 2006). Por consiguiente, el ejercicio aeróbico moderado permitiría más fácilmente la adherencia al ejercicio, lo que conlleva a obtener los beneficios fisiológicos y psicológicos asociados a la práctica regular del ejercicio.

El yoga es una antigua disciplina diseñada para traer el equilibrio y la salud a las dimensiones física, mental, emocional y espiritual de la persona. Se recomienda como terapia alternativa o complementaria para el manejo del estrés por sus beneficios mentales y físicos, aunque estos no han sido rigurosamente estudiados en nuestra población. En Colombia, la modalidad más común de yoga practicado es el Hatha-Yoga, en cuyas sesiones se combina el movimiento físico (*asanas*) y los ejercicios respiratorios (*pranayamas*). Estudios de la OMS sobre medicina tradicional, revelan que el 40% de la población Colombiana recurre a la Medicina Alternativa Complementaria. Esta cifra, sólo nos da una leve idea de un fenómeno social que evidentemente está tomando cada vez más fuerza, y que precisa de un estudio (Pulido, 2009).

La investigación del rol del yoga en ciertas enfermedades y su efecto en la mejoría de la salud en general es creciente. La evidencia científica apoya la creencia de que el yoga pueden mejorar la salud física y mental a través de la regulación del eje HPA y el SNS (Ross A. et al., 2010). Con la práctica de yoga se ha reportado disminución de la reactividad cardiovascular, con disminución de la FC (Hegde SV., 2011) y reducción en la VFC de baja frecuencia (Ross A. et al., 2010). Los valores reportados de estrés percibido posterior a la intervención con yoga ha reportado mejoría significativa (Li A., Goldsmith CA., 2012; Sharma M., 2014; Hartfiel, N., et al., 2012). A pesar de los resultados positivos de la práctica de yoga que se han reportado en distintos estudios se recomiendan más estudios con un diseño de estudio apropiado antes de sugerir el yoga como una opción de tratamiento para aliviar la ansiedad y el estrés (Li A., Goldsmith CA., 2012).

## 2 OJETIVO GENERAL

Estudiar el efecto de una intervención con ejercicio aeróbico combinado con yoga en la percepción de estrés, la Calidad de Vida Relacionada con la Salud, la Variabilidad Cardíaca y una variable del sistema inmune en un grupo de sujetos con condiciones de estrés crónico, vinculados a una Institución de Educación Superior.

**Nota:** Los objetivos específicos se presentan en resultados, para dar respuesta a cada uno de estos.

## 3 METODOLOGÍA GENERAL

### 3.1 Tipo de Estudio

Este es un *Ensayo controlado no aleatorizado* tipo pretest-posttest en el que se valoran los efectos de la intervención con ejercicio aeróbico y yoga (Ortiz Z., 2014; Manterola C., Otzen T. 2015).

### 3.2 Tamaño de la muestra

Para esta investigación, en que la población estaba cautiva, no fue apropiado hacer un cálculo formal de tamaño de muestra pues no se contó con la manera de controlar las condiciones del error tipo II. La población perteneció a una Institución de Educación Superior de carácter público, ubicada en la ciudad de Santiago de Cali, de la cual se seleccionó la muestra por conveniencia, dependiendo de la disponibilidad de tiempo que los participantes tuvieran para estar en la intervención. El tamaño de muestra para el estudio fue de  $n=44$  sujetos ( $n=22$  para el grupo de intervención y el grupo control respectivamente), vinculados a la Facultad de Salud de la institución, en calidad de estudiantes, docentes y funcionarios, que cumplieron con los criterios de inclusión, figura 4.

### 3.3 Criterios de Selección

#### 3.3.1 Criterios de Inclusión

- Estar vinculados en calidad de docente, funcionario o estudiante de la facultad de salud de la universidad del valle.
- Edad entre 18-58 años.
- Realizar test PSS-10 y obtener puntuación  $>18$  puntos (Heidt et al., 2014a).
- Índice de Masa corporal  $>16$  hasta  $30 \text{ kg/m}^2$  (según criterios de la Organización Mundial de Salud).
- Sin diagnóstico de enfermedad.

- Sin tratamiento farmacológico (ejemplo: antihipertensivos, antiarrítmicos, neurolépticos, o antidepresivos).
- Sin hábitos como tabaquismo o alcoholismo.
- Con nivel de actividad física bajo.
- Aceptar ser partícipes del estudio y firmar el consentimiento informado.

### 3.3.2 Criterios de Exclusión

- Alteraciones fisiopatológicas que impidan el desarrollo de la actividad física.
- Manifestación de Enfermedades crónicas como Hipertensión, diabetes, desordenes endocrinos, enfermedades neurológicas u otras, durante el desarrollo del estudio.
- Índice de Masa corporal  $<16$  o  $>30$  (Organización Mundial de Salud).
- Inicio del hábito de fumar o de la ingestión de alcohol o de alguna medicación como: antihipertensivos, antiarrítmicos, neurolépticos, o antidepresivos.
- Sujetos que se ausenten más del 12% del total de la intervención.
- No aceptar ser partícipes del estudio.
- No estar vinculado a la Facultad de Salud

### 3.4 Variables, indicadores y operacionalización

Se distinguen las siguientes variables:

*PE: Percepción del Estrés* (Variable independiente cuantitativa).

*CVRS: Calidad de Vida Relacionada con la Salud* (Variable dependiente cuantitativa).

*Y: participación en la actividad de Yoga* (Variable independiente cualitativa)

*A: participación en la actividad de Aerorumba* (Variable independiente cualitativa)

*VC: Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca* (Variable dependiente cuantitativa)

*SI: Formula Leucocitaria* (Variable dependiente cuantitativa)

**Tabla 1.** Definición de Variables, Indicadores y Operacionalización.

Variables Independientes	Tipo de indicador	Indicador	Operacionalización
Práctica de Yoga	Indicador de Proceso*	12 sesiones de ejercicio	Tres sesiones semanales de Yoga, con intensidad del 60% de la Frecuencia Cardíaca de Reserva, durante 30 min.

Práctica de ejercicio aeróbico moderado	Indicador de Proceso*	12 sesiones de ejercicio	Tres sesiones grupales de Aerorumba de 30 min con intensidad entre 60% y 75% de la Frecuencia Cardiaca de Reserva.
<b>Variables Dependientes</b>			
Percepción del Estrés (PE).	Indicador de Impacto **	- Total de evaluaciones realizadas (escala PSS 10) por grupo - Magnitud del cambio del puntaje por grupo, entre el antes y después de la intervención	Encuesta PSS-10 para evaluar el estrés percibido, que se califica de 0-40 puntos con la escala (Anexo2)
Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca (VFC).	Indicador de Impacto **	Magnitud del cambio de: -Variables del tiempo de la VFC: SDNN, RMSSD -Variables de Frecuencia: HF, LF.	Medición y cálculo de las variables de VFC con un electrocardiograma, registrado durante 5 minutos.
Leucograma	Indicador de Impacto **	Magnitud del cambio de Leucocitos: Neutrófilos, Linfocitos, Monocitos en sangre.	En muestras sanguíneas se analizará el porcentaje y la distribución leucocitaria.
Calidad de vida relacionada con la salud	Indicador de Impacto **	Magnitud del cambio del puntaje en los componentes sumario físico y mental por grupo, antes y después de la intervención.	Encuesta de CVRS, que se califica de 0-100 puntos (Anexo4)

\*Se refiere al seguimiento de la realización de las actividades programadas, respecto a los recursos materiales, personal y/o presupuesto (DANE, 2012).

\*\*Mide los cambios o modificaciones positivas o negativas que se han producido en la población objeto del estudio como consecuencia de la ejecución del plan (DANE, 2008).

### 3.5 Procedimientos

#### Selección de los participantes

- En la fase inicial del estudio, y previa autorización institucional, se envió la prueba de percepción del estrés -PSS 10 (*anexo 2*) (Cohen S., et al. 1983) a los estudiantes, docentes y funcionarios vinculados a la facultad de salud de la universidad del valle; Un total de 540 personas, respondieron la prueba, *Figura 4*.
- Esta prueba se utilizó como Tamizaje para seleccionar a aquellos participantes cuyo puntaje fuera igual o superior a 18 puntos. Estos fueron convocados a una reunión para presentarles el proyecto de investigación e invitarlos a participar.
- El investigador principal se encargó de explicar los procedimientos relacionados con la selección de los participantes, el registro de datos, la toma de muestras y la intervención con ejercicio físico. Se les manifestó que su participación era voluntaria, que la información sería manejada de manera confidencial, sin ser divulgada, y que tenía la libertad de retirarse del estudio en el momento que lo considerara necesario. Esta información fue incluida en el acta de consentimiento informado (*anexo 1*), la cual fue entregada y firmada por aquellos participantes que aceptaron participar.

#### Participación y evaluación

- En la segunda fase del estudio, a los sujetos que firmaron el consentimiento informado se le realizaron los siguientes procedimientos, *figura 4*.
- Información sociodemográfica y clínica. Esta información se obtuvo a través de la Historia clínica y el examen físico (*anexo 3*) realizado por un médico deportólogo. A partir de esta información, se evaluaron otros criterios de inclusión necesarios para continuar con la participación en el estudio. También se realizaron mediciones relacionadas con la valoración antropométrica (IMC, talla, peso, perímetro de cintura), toma y registro de signos vitales (Presión arterial, FC de reposo).
- Después de obtener esta información, los sujetos seleccionados para el estudio se distribuyeron en el grupo de intervención y de control teniendo en cuenta el tiempo disponible para realizar ejercicio físico. Aquellos que tenían tiempo de realizar ejercicio conformaron el grupo de intervención (n=22) y aquellos que no, formaron el grupo control (n=22).

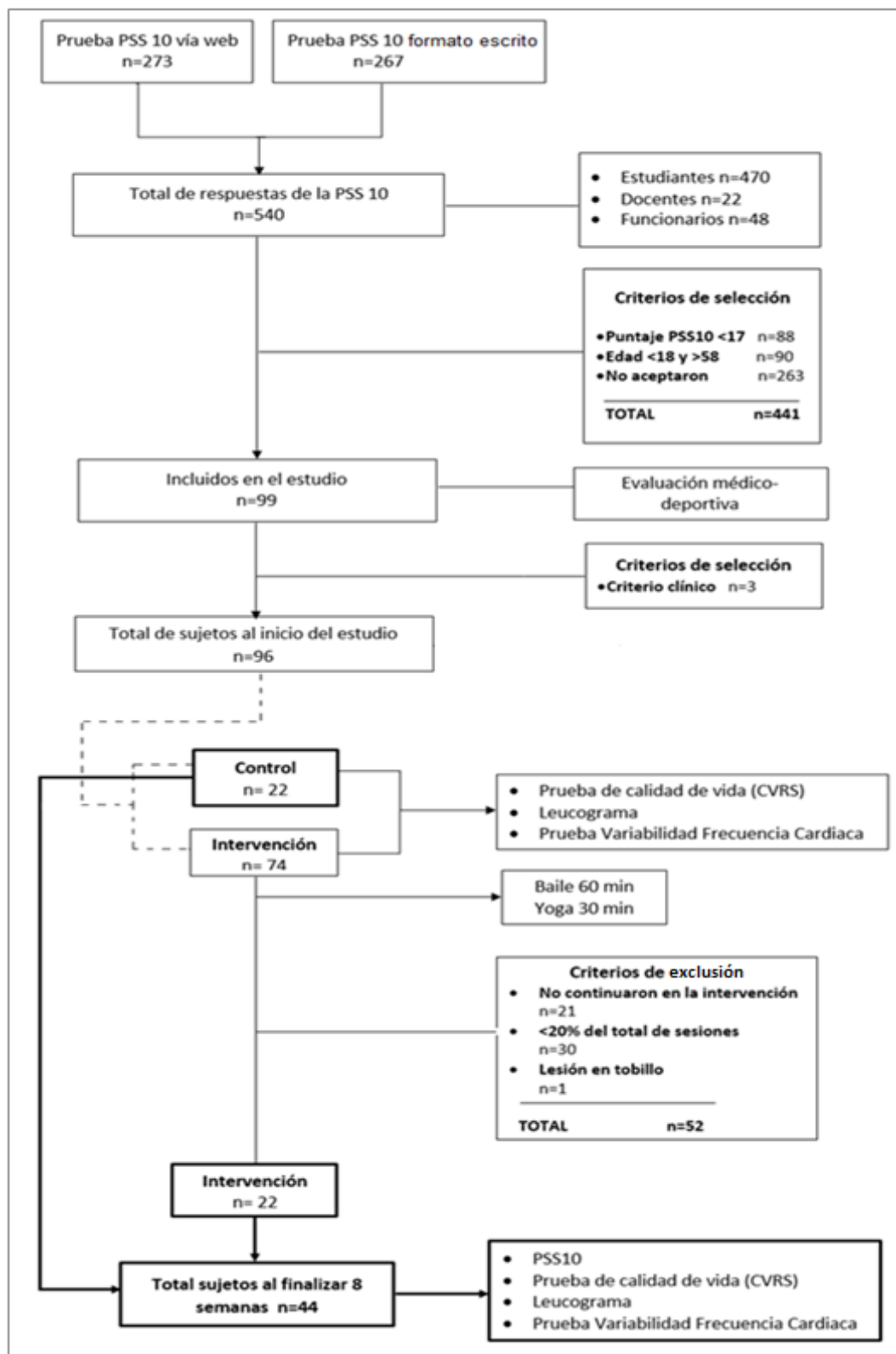
- La intervención con ejercicio tuvo una duración de 8 semanas, con sesiones de una hora y media (1 hr 30 min), 60 min para el ejercicio físico (baile) y 30 min para yoga, tres veces por semana. Se realizaron en instalaciones adecuadas para la práctica de ejercicio, en la sede San Fernando de la Universidad del Valle.

*Protocolo de intervención con ejercicio aeróbico moderado baile- Aerorumba.*

Cada sesión de ejercicio se realizó durante 60 minutos, 3 veces/semana. El protocolo incluyó 10 min de calentamiento, 45 min de ejercicio aeróbico tipo baile-Aerorumba, y 5 min de estiramiento. En cada sesión, se utilizaron distintos ritmos de baile para mantener una intensidad entre el 60%- 70% de la frecuencia cardíaca máxima de reserva (Karvonen, J., Vuorimaa, T., 1988), que es la diferencia entre el valor máximo de la frecuencia cardíaca y el de la frecuencia en reposo (Billat, V. 2002). Este control se realizó mediante sensores polar FT4, que se colocaban a cada participante en cada sesión. Las sesiones fueron guiadas por un bailarín profesional.

*Protocolo de intervención con ejercicio Yoga*

La práctica de yoga se diseñó para promover la relajación. Cada sesión de Yoga se realizó durante 30 minutos, 3 veces/semana. El protocolo incluyó dos técnicas de yoga: *Asanas*, que consisten en posturas físicas no forzadas realizadas de pie, en decúbito dorsal, posturas en flexión anterior y rotaciones, combinadas con control respiratorio y *Pranayama* (técnicas de respiración), que consiste en cuatro partes para cada ciclo respiratorio (1. Inhalación, 2. Retención de la Respiración tras la inhalación, 3. Exhalación y 4. Retención de la Respiración tras la exhalación) (Rawlinson, I. 1987). Estas actividades fueron desarrolladas por especialista en yoga.



**Figura 4.** Flujoograma del proceso metodológico general



- Para la medición de las variables, como se describe en la figura 4, la recolección de los datos se realizó al inicio del estudio y 8 semanas después, en los sujetos que completaron entre 19 y 24 sesiones de intervención con ejercicio y en los sujetos control quienes no realizaron ejercicio. Las variables medidas fueron: Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC), Calidad de Vida Relacionada con la Salud (CVRS), hemograma. Esta información fue recolectada por personal calificado. Los seleccionados se citaron en horas de la mañana al laboratorio de Fisiología del ejercicio del departamento de ciencias fisiológicas de la facultad de salud, ubicado en el tercer piso del edificio 116 de la sede San Fernando de la Universidad del Valle.

Las pruebas, los materiales e instrumentos utilizados para las mediciones de cada variable están descritos con más detalle en cada uno de los siguientes capítulos, en los que además se exponen los objetivos, los resultados y la discusión.

### **3.6 Recolección y Procesamiento de los datos**

Todos los datos del estudio se recolectaron por personal calificado. Con los datos obtenidos para cada variable, se realizó la base de datos con un software gratuito (Open Office) de hoja de cálculo, la cual se revisó y se hicieron las respectivas correcciones para garantizar consistencia interna, teniendo en cuenta que las discrepancias entre los archivos de datos se corregían usando el formato de recolección de datos original como referencia. La información se guardaba en medio magnético por duplicado.

### **3.7 Análisis estadístico de los datos**

Este es un ensayo controlado no aleatorizado que tiene dos mediciones de las variables resultado, una medida de base y otra posterior a la intervención en dos grupos de estudio, uno de intervención con ejercicio aeróbico moderado (baile) y otro de control, por lo tanto implica un estudio con datos pareados.

Se utilizó método de inferencia bayesiana para el análisis de los datos, teniendo en cuenta que el objetivo en esta metodología es analizar adecuadamente la información con la que se cuenta, incluyendo la subjetiva, y decidir razonablemente la mejor forma de actuar. Este método permitió hacer el análisis de los datos de este estudio, en el que la muestra resultó de utilizar un muestreo no probabilístico y por

conveniencia, y con un tamaño de muestra pequeño, por lo tanto, no presentaba las condiciones requeridas para asegurar validez en el análisis con los métodos estadísticos clásicos.

La Metodología Bayesiana trasciende la estadística clásica porque amplía su contexto de la probabilidad relacionada con la frecuencia relativa de un suceso a largo plazo, a una probabilidad relacionada con el grado de convicción personal acerca de que un suceso ocurra. Al aceptar el manejo subjetivo de la probabilidad con el método Bayesiano, es posible emitir juicios de probabilidad sobre una hipótesis y expresar por esta vía su grado de convicción al respecto. Tiene como punto central el teorema de Bayes:  $\Pr (H/datos) = \left[ \Pr \left( \frac{datos}{H} \right) / \Pr datos \right] * \Pr H$ ,

donde  $\Pr (H)$  es la Probabilidad previa de una Hipótesis que se transforma a una probabilidad posterior,  $\Pr (H/datos)$ , luego de introducida la evidencia que aportan los datos. Entonces, luego de observados los datos, el teorema devuelve una nueva distribución en la que la percepción probabilística original es actualizada por la evidencia de los datos. Basados en el hecho de que con la muestra obtenida ( $n=22$ ), se podía asegurar permutabilidad en las mediciones de los individuos, requisito necesario para usar los procedimientos de la estadística bayesiana (Cuevas R., 2015).

En primer lugar, para llevar a cabo este análisis, se debe calcular la diferencia entre las mediciones iniciales y las obtenidas ocho semanas después. Estas diferencias se representaron por  $\Delta_{int}$  para el grupo de intervenidos y  $\Delta_{cont}$  para el grupo de control, y se asumió que dichas diferencias tendrían distribución normal. En segundo lugar, se quiso saber la probabilidad de la diferencia en cada grupo, por lo tanto se planteó la prueba de hipótesis, en la cual la Hipótesis nula  $H_0$  indica que no hay cambio en las mediciones iniciales y las obtenidas ocho semanas después, esto es  $H_0: \Delta_i \sim Normal(0, \sigma^2)$ , tanto en el grupo intervenido ( $i = int$ ) como en el grupo control ( $i = cont$ ). La hipótesis alternativa indica que si hay un cambio en estas mediciones, es decir,  $H_a: \Delta_i \sim Normal(\mu_1, \sigma^2)$  con  $\mu_1 > 0$  (Para indicar un cambio positivo). Para contrastar la  $H_0$  frente a la  $H_a$ , se calculó la probabilidad a posterior de cada una de las hipótesis usando la cadena de Markov Monte Carlo y así saber cuál era la hipótesis más probable. Si hubiera efecto de la intervención, se diría que los datos apoyan la  $H_a$  frente a la  $H_0$ , es decir que: si  $P(H_0|x) < P(H_a|x)$ , y, dado que  $P(H_0) = 1 - P(H_a)$ , entonces se puede decir que lo anterior es equivalente a  $P(H_a|x) \gg 0.5$ .

Adicionalmente, se quiso conocer si ambos grupos (Intervenidos y control) presentan diferencias entre ellos; por lo tanto, se plantearon las siguientes hipótesis, La hipótesis nula  $H_0$ , en la cual se asume que tienen la misma distribución, por ende

$H_o: \bar{\Delta}_{int} = \bar{\Delta}_{cont}$ , y la hipótesis alterna  $H_a$  en la que se asume que tienen distribuciones diferentes, es decir,  $H_a: \bar{\Delta}_{int} > \bar{\Delta}_{cont}$ . Para contrastar la  $H_o$  frente a la  $H_a$ , se obtienen muestras de las distribuciones a posteriori mediante una cadena de Markov Monte Carlo (MCMC) y se calcula la diferencia de ambas muestras, los resultados de estas diferencias pueden mostrar que los datos apoyan la  $H_a$  (Frente a  $H_o$ ) si  $P(H_a|x) \gg 0.5$ .

Para llevar a cabo las pruebas de hipótesis, se estableció que las distribuciones de probabilidad previa de las diferencias  $\Delta_{int}$  para el grupo de intervenidos y  $\Delta_{cont}$  para el grupo de control de cada parámetro eran normales, y se debe establecer la distribución previa para  $\mu$  y  $\sigma^2$ , de las diferencias. Dado que en la hipótesis nula se asume que la media de las diferencias es cero, el hiperparámetro de la distribución a priori para este parámetro tomará dicho valor, es decir,  $\mu \sim \text{Normal}(0, \sigma_0^2)$ . Ahora bien, la distribución a priori para el parámetro  $\sigma^2$  será una distribución Gamma-Invertido  $(\alpha, \beta)$  con los hiperparámetros  $\alpha = 0.001$  y  $\beta = 0.001$ . La cual, según Spiegelhalter et al. (1994), en los casos donde se tenga poca información para construir los hiperparámetros de una distribución previa, se pueden utilizar distribuciones no informativas, debido a que proporcionan gran variabilidad.

El valor del hiperparámetro  $\sigma_0^2$  se obtuvo luego de hacer el número de permutaciones posibles de los signos de las diferencias de ambos grupos, para no alterar la magnitud de las mismas. Dado que el número de permutaciones posibles es elevado, se optó por hacer 1.000.000 de permutaciones, valor que se considera suficientemente grande. Para cada permutación se calculó la media, luego con el vector de medias se obtuvo una estimación de la varianza, la cual será considerada el valor del hiperparámetro  $\sigma_0^2$ . En la tabla 2, se muestran los Hiperparámetros para las distribuciones previas descritas.

**Tabla 2.** Hiperparámetros de la distribución previa seleccionada para las variables de PSS, CVRS, VFC y Leucograma

$\mu \sim \text{Normal}(\mu_0, \sigma_0^2)$		
Variable	$\mu_0$	$\sigma_0^2$
<b>PSS10</b>	0.000	2.243
<b>CS_Físico</b>	0.000	1.714
<b>CS_Mental</b>	0.000	0.886
<b>SDRR</b>	0.000	6.862
<b>RMSSD</b>	0.000	7.585
<b>LF</b>	0.000	10206.580
<b>HF</b>	0.000	30946.910
<b>Leucocitos</b>	0.000	0.115

<b>Neutrófilos</b>	0.000	0.088
<b>Linfocitos</b>	0.000	0.007
<b>Monocitos</b>	0.000	0.001
<b>Eosinófilos</b>	0.000	0.000
<b>Basófilos</b>	0.000	0.000

### 3.8 Consideraciones éticas

La propuesta de investigación fue sometida para su aprobación al Comité Institucional de Revisión de Ética Humana (CIREH) de la Universidad del Valle. La información acerca de los objetivos, riesgos mínimos, beneficios y procedimientos del estudio se explicaron ampliamente a los participantes del estudio. El investigador responsable aclaró las dudas que se manifestaron. Los procedimientos del estudio solo se iniciaron cuando el comité de ética aprobó todos los protocolos del estudio. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado (*Anexo 1*) antes de ser incluidos en el estudio, y autorizaron la utilización de las muestras recolectadas.

Este estudio cumplió con todas las disposiciones de la Declaración de Helsinki, las normas científicas técnicas y administrativas para la investigación en salud contempladas en la “**resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud**”, y **de acuerdo con el artículo 11, este se clasifica como investigación con riesgo mínimo.**

La intervención que se realizó con ejercicio de intensidad moderada se hizo en personas saludables, a las cuales se les evaluó con un examen médico antes de iniciar. La mayoría de los participantes no practicaban ejercicio físico regularmente, por lo tanto, pueden presentar cambios como fatiga aguda, dolor muscular (contracturas), dolor articular y palpitaciones fuertes. Estas situaciones se presentaron con baja frecuencia dado que la intensidad de la intervención no fue alta desde el inicio sino que se fue realizando en forma incremental, además, las sesiones de ejercicio fueron dirigidas por personal calificado, quienes suspendían la actividad cuando se presentaba algún cambio que así lo ameritara. Los instructores de ejercicio aeróbico y de yoga daban las indicaciones durante la intervención, permitiendo que los sujetos realizaran los ejercicios gradualmente para disminuir los riesgos. No se presentaron alteraciones durante o después de la intervención con ejercicio o con el Yoga, que hubieran requerido el contacto del servicio de salud al cual los participantes debían estar afiliados.

La información registrada se incluyó en bases de datos digitales de acceso controlado con clave de acceso, cuyo uso era restringido y asequible solamente al investigador principal, de esta manera se protegió y se mantuvo la correspondiente confidencialidad de la información. Para evitar vulnerar la identidad de las personas que participaron en la investigación, a cada uno de ellos se les asignó un código al inicio del estudio; sus datos personales, características clínicas y los resultados de la intervención son tratados de acuerdo a la normativa vigente de protección de los pacientes en estudios científicos. Todos los datos recopilados para la realización de este estudio podrán ser utilizados con fines de investigación solamente.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS SUJETOS DEL ESTUDIO

Mediante un muestreo no probabilístico y por conveniencia, se seleccionaron a 44 individuos, de los cuales 22 fueron escogidos, por conveniencia, para el grupo de intervención y 22 para el grupo de control (Individuos a los cuales no se les aplicaría la intervención con ejercicio aeróbico combinado con yoga). Las características sociodemográficas de la población seleccionada se presentan en la tabla 3.

Se observa que el grupo de intervención contó con la participación de 13 mujeres (59.09%) y 9 hombres (40.91%) con edades promedio 29.4 (18 a 56) años y 21.8 (19 a 29) años, respectivamente. La proporción de estudiantes fue marcadamente mayor (81.8%) entre los seleccionados; el 9.09% fueron docentes y Funcionarios, respectivamente. Este grupo se encontró entre los estratos 2 y 6, siendo el de mayor proporción el estrato 4 (40.91%). la mayoría del grupo eran solteros (86.36%); el 90.9% no tenían hijos, tan solo dos personas reportaron tener (1 o 2) hijos.

El grupo de control lo conformaron 12 mujeres (54.54%) y 10 hombres (45.46%) con edad promedio de 25.8 (18 a 48) años y 29.8 (19 a 48) años, respectivamente. Este grupo presentó mayor proporción de estudiantes (68.18%) entre los seleccionados, seguido de funcionarios (27.7%), representados por 6 individuos y solo 1 docente (4.6%). La distribución según estrato socioeconómico del grupo fue: estrato 3 (45.45%), estrato 2 (36,36%), y estrato 4 (18.18%). La mayoría del grupo eran solteros (77.3%) y no tenían hijos (77.3%), tan solo 5 personas indicaron tener 1 o 2 hijos.

Con respecto a las características clínicas (tabla 4), el grupo intervenido con ejercicio presentó un índice de masa corporal (IMC) promedio de 23.5 kg/m<sup>2</sup> en mujeres, y de 22.4 kg/m<sup>2</sup> en hombres. La distribución de los sujetos, según el indicador antropométrico del IMC, indicó que la mayor proporción se clasificó como normopeso, 69.2% en mujeres y 44.4% en hombres. Según los valores de perímetro abdominal, se observó un promedio para las mujeres de 73.5 cm y para los hombres 79.7 cm, esto es clasificado según la OMS como riesgo cardiovascular bajo si es menor a 88 y 102 cm para mujeres y hombres, respectivamente; los hallazgos para los signos vitales fueron normales (Tensión arterial y la Frecuencia cardiaca).

**Tabla 3.** Características Sociodemográficas del grupo control y de intervención con ejercicio aeróbico moderado (baile) y yoga.

		Grupo intervención		Grupo Control	
Género M/H (%)		59.09	40.91	54.54	45.46
Rango Edad (años)		18-56	19-29	18-48	19-48
Edad (media/años)*		29.4±13.3	21.8±3.2	25.8±8.4	29.8±10.9
<b>Ocupación (%)</b>					
Estudiante		81.82		68.18	
Docente		9.09		4.55	
Funcionario		9.09		27.27	
<b>Estrato (%)</b>					
1		0.00		-----	
2		31.82		36.36	
3		18.18		45.45	
4		40.91		18.18	
5		9.09		-----	
6		-----		-----	
<b>Estado Civil (%)</b>					
Soltero		86.36		77.27	
Casado		4.55		9.09	
Unión libre		-----		9.09	
Separado		9.09		4.55	
<b>Hijos (%)</b>					
Si		9.09		22.72	
No		90.91		77.28	

\* Los valores representan media ± SD

En el grupo de control, se observaron características similares. Estos sujetos presentaron un índice de masa corporal (IMC) promedio de 22.75 kg/m<sup>2</sup> en mujeres y de 23.4 kg/m<sup>2</sup> en hombres. La distribución de los sujetos, según el indicador antropométrico del IMC, indicó que la mayor proporción se clasificó como normopeso, 45% en mujeres y 70% en hombres, seguido de sobrepeso, 16% y 20% en mujeres y hombres, respectivamente. Según los valores de perímetro abdominal, se observó un promedio para las mujeres de 78.5 cm y para los hombres 83.1 cm, lo cual corresponde a un riesgo cardiovascular bajo; los hallazgos para los signos vitales fueron normales para la Tensión arterial y la Frecuencia cardiaca.

Con respecto al examen físico, ninguno de los sujetos refirió algún antecedente médico y/o patológico y fueron clasificados como A1, según la escala de la AHA/ACSM<sup>1</sup>, que corresponde a mujeres < de 55 años y hombres <de 45 años (ACSM, 2013) sin riesgo cardiovascular; esto significa, por lo tanto, que los participantes de los dos grupos no presentó condiciones patológicas, y además, que los del grupo de la intervención no tenían riesgo con la práctica del ejercicio. Estos resultados fueron reafirmados con el resultado del cuestionario par-q & you<sup>2</sup>, (aplicado durante la anamnesis realizada por el médico deportólogo), según el cual ninguno de los sujetos presentaba restricción para realizar ejercicio físico, a pesar de quedar clasificados en un nivel de actividad física bajo (menos de 150 minutos a la semana de actividad física moderada) o de inactividad (menos de 10 minutos de actividad física semanal) (ACSM, 2013).

**Tabla 4.** Características clínicas de los grupos de estudio.

	<b>Grupo intervención</b>		<b>Grupo Control</b>	
	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>
<b>Antropometría*</b>				
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>) media ± SD</b>	23.5±3.5	22.4±4.2	22.7±2.4	23.4±3.2
Bajo peso (%)	7.7	22.2	8.3	10.0
Normopeso (%)	69.2	44.4	45.0	70.0
Sobrepeso (%)	15.4	11.1	16.7	20.0
Obesidad (%)	7.7	11.1	-----	-----
<b>Perímetro abdominal (cm)*</b>	73.5±8.8	79.7±11.5	78.5±9.1	83.1±10.6
Riesgo bajo (%)	76.9	88.9	58.3	80.0
Riesgo medio (%)	15.4	11.1	25.0	20.0
Riesgo alto (%)	7.7	-----	16.7	-----
<b>Signos vitales</b>				
<b>Tensión arterial (mmHg)*</b>				
Sistólica	104.0±14.5	103.7±11.8	104.2±13.3	114.4±13.4
Diastólica	65.5±9.4	60.8±5.4	71.1± 10.3	67.2±8.1
<b>Frecuencia cardiaca Reposo * (ppm)</b>				
	76.5± 8.6	60.7± 9.1	70.7±10.6	67.6± 16.3
<b>Examen físico</b>				
Revisión por sistemas**	Negativo		Negativo	

<sup>1</sup> American Heart Asociation/ American College of Sport Medicine

<sup>2</sup> Creado por el British Columbia Ministry of health y el departament of national health & welfare. PAR-Q Validation report, British Columbia Ministry of Health, mayo, 1978.



Riesgo cardiovascular (AHA/ACSM) <sup>***</sup>	A1	A1
Restricción para la actividad física ( Par-q & you)	Negativa	Negativa
<b>Nivel de actividad física-IPAQ (%)</b>		
Inactivo	86.36	95.45
bajo	13.63	4.5

\* Los valores representan media  $\pm$  SD. \*\*Negativo, no refiere alteraciones en los sistemas.

\*\*\*Clasificación del riesgo cardiovascular AHA/ACSM. A1 (Hombre <45, Mujer<55, sin factor de riesgo).

## **4.2 PERCEPCIÓN DE ESTRÉS Y EJERCICIO AERÓBICO MODERADO (BAILE) COMBINADO CON YOGA.**

### **4.2.1 Objetivo Específico**

- Evaluar la percepción del estrés psicosocial, mediante la prueba PSS10 (perceived stress scale 10), antes y después de la intervención con ejercicio aeróbico moderado (baile) y yoga.

### **4.2.2 Descripción de la prueba PPSS10**

La PSS10 es un cuestionario autoaplicado de una sola dimensión que mide el grado en el que los individuos aprecian las situaciones en su vida como estresantes, y evalúa el grado en el cual las personas consideran que la vida es impredecible, incontrolable, o sobrecargada, explorando sentimientos y pensamientos durante el último mes, y que los recursos disponibles son escasos para enfrentar la situación (Campo-Arias A., et al., 2009; Remor E., 2006)

El instrumento es una escala de 10 preguntas (PSS-10), cuatro de los cuales son preguntas que reflejan una actitud positiva ante una situación [4, 5, 7, 8], mientras que las otras seis reflejan una actitud negativa [1, 2, 3, 6, 9, 10], cada pregunta tiene cinco opciones de respuesta (tipo Likert):

- Las respuestas a las preguntas negativas se califican: nunca =0; casi nunca =1; de vez en cuando =2; a menudo =3; muy a menudo =4.
- Las respuestas a las preguntas positivas reciben puntuación invertida: nunca =4; casi nunca =3; de vez en cuando =2; a menudo =1; muy a menudo =0
- La sumatoria de todas las respuestas produce la puntuación total de la escala, con un rango entre 0 y 40 puntos.
- Entre mayor sea la puntuación, mayor es el estrés percibido.

Respecto a su interpretación, los autores indican que la escala no es un instrumento diagnóstico y por este motivo no cuenta con un punto de corte. Solamente se pueden realizar comparaciones entre personas de la misma muestra, idealmente para muestras comunitarias (Cohen, Williamson, 1988).

#### 4.2.3 Procedimientos

- En la parte inicial de la investigación, y previa autorización institucional, se envió la prueba de percepción del estrés -PSS 10(Cohen S., et al. 1983), como tamizaje, a los sujetos vinculados a la facultad de salud de la institución. Para esto se utilizó la plataforma *formularios de google* la cual es de acceso gratuito, y también se repartieron formatos impresos en las dependencias de la facultad. Las respuestas del PSS10 (**Anexo 2**) se recopilaron de forma automática y ordenada.
- Se seleccionaron aquellos participantes cuya puntuación fue igual o superior a 18 puntos (Heidt et al., 2014; Hynynen et al., 2011), **figura 5**.
- Luego de cumplir los otros criterios de inclusión y firmar el consentimiento, los participantes se distribuyeron según el tiempo disponible en el grupo de intervención y en el grupo de control.
- Durante ocho semanas, el grupo de intervención realizó ejercicio aeróbico moderado (60%-70% de la FC de reserva) combinado con yoga mientras el grupo control no realizó baile ni yoga.
- Finalizando las ocho semanas, tanto al grupo control como al de intervención con ejercicio aeróbico y yoga, se les repitió la PSS10 con el fin de evaluar el efecto de la intervención en la magnitud de esta variable

#### 4.2.4 Análisis de datos

Para determinar el cambio en las mediciones iniciales y finales de la PSS10, con los datos obtenidos en cada grupo, se calculó la diferencia así:

$$\Delta_i = PSS10_{inicial} - PSS10_{final},$$

Con respecto a los resultados obtenidos en la PSS10, se considera que hay un cambio favorable (Efecto de la intervención) si los  $\Delta_i$  (i=intervenidos (int) o i=controles (cont)) son positivos. El resto del análisis se hizo utilizando el método de inferencia bayesiana conforme se describe en *metodología general* (sección 2.7)

#### 4.2.5 Resultados

En el análisis exploratorio de los datos, se encontró que ambos grupos presentaron rangos similares, sin embargo, el grupo de intervención presenta un valor atípico negativo, el cual corresponde a un individuo que luego de la intervención presentó

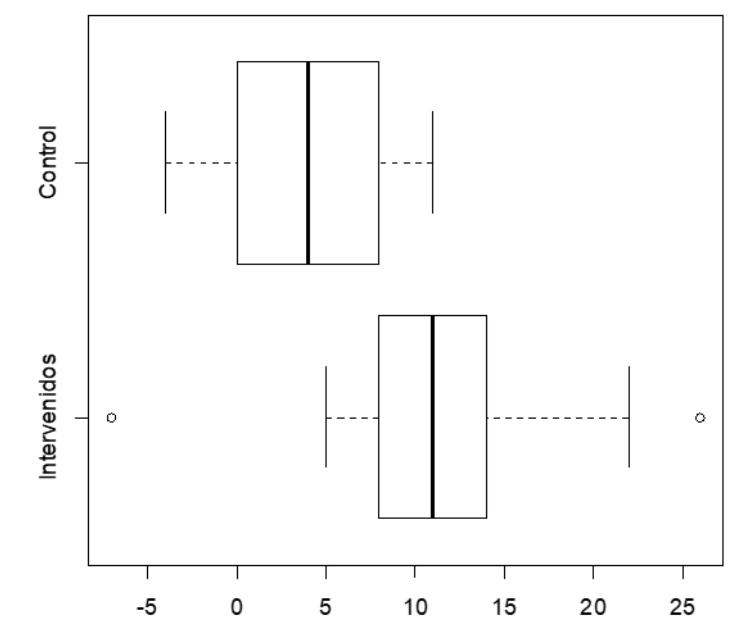
aumento en la PSS10. Adicionalmente, un sujeto obtuvo una disminución máxima de 26 unidades en la PSS10, luego de 8 semanas.

En general, se observa disminución del valor medio de la variable en el grupo control y en el grupo intervenido después de ocho semanas de ejercicio aeróbico combinado con yoga, por lo cual, en ambos grupos el cambio fue positivo. **Tabla 5 y figura 5.**

**Tabla 5.** Puntajes de la PSS10, antes y después de 8 semanas, para el total de sujetos del grupo de intervención y el grupo control.

Intervenidos				Controles			
Código	PSS10 pre	PSS10 post	Δ inicial-final	Código	PSS10 pre	PSS10 post	Δ inicial-final
A08T	30	17	13	A06R	21	24	-3
A70V	27	14	13	A21N	20	10	10
A94M	24	13	11	A29N	31	24	7
A95D	20	10	10	A51L	24	16	8
D02M	22	14	8	A52A	19	15	4
D37T	26	10	16	D97A	22	14	8
D68A	23	17	6	E35S	27	22	5
D77C	27	11	16	I62A	20	17	3
D91S	27	5	22	J00M	21	25	-4
E99G	22	8	14	J47S	23	22	1
I33M	29	18	11	J72A	19	15	4
J57R	26	15	11	J74I	25	24	1
J64E	29	3	26	J75A	19	19	0
K68C	25	15	10	J96R	23	26	-3
K86P	24	31	-7	L80M	22	22	0
L48T	21	12	9	L82M	24	26	-2
M55R	18	12	6	M11G	26	23	3
M93P	28	14	14	M64B	26	22	4
M94R	28	19	9	N68C	23	14	9
N39T	29	14	15	R23R	27	16	11
S27G	20	13	7	S08H	19	8	11
S74R	23	18	5	S96A	18	12	6
<b>MEDIA*</b>	<b>24.9</b>	<b>13.8</b>	<b>11.4</b>	<b>MEDIA</b>	<b>22.7</b>	<b>18.9</b>	<b>3.8</b>
<b>SD*</b>	<b>3.4</b>	<b>5.6</b>	<b>6.5</b>	<b>SD</b>	<b>3.3</b>	<b>5.4</b>	<b>4.6</b>

PSS 10, escala percepción de estrés. \*Promedio (media) y desviación estándar (SD) de las mediciones iniciales y finales, y de su diferencia para cada grupo, control (n=22) y de intervención (n=22).



**Figura 5.** Comparación de las diferencias de PSS10 en el grupo de intervenidos y control

Al realizar el análisis de estos resultados con el método bayesiano, se encontró una probabilidad del 100% para que la media de las diferencias, entre las mediciones iniciales y finales obtenidas para la PSS10, sea mayor a cero ( $P(H_a|x) \gg 0.5$ ), tanto para el grupo de intervención como para el de control, es decir, es equivalente a un cambio positivo para la variable. **Tabla 6.**

Al comparar la diferencia del grupo intervenido con la diferencia del grupo control, se observa una probabilidad del 100% de hallar diferencias en la PSS10 con la práctica del protocolo de baile y yoga, dado que la diferencia de las mediciones del grupo de intervención es mayor que la del grupo control.

**Tabla 6.** Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de PSS10

	$E(\mu)$	RC		$P(H_a x)$
<b>Grupo de intervención</b>	10.823	10.33	11.32	1.0000
<b>Grupo de control</b>	3.6823	3.227	4.137	1.0000
<b>Comparación de ambos grupos</b>	7.1290	6.351	7.881	1.0000

E: Esperanza; RC: Región de Credibilidad; P: Probabilidad

#### 4.2.6 Discusión

En este estudio, se examinó la percepción del estrés en individuos sanos, entre 18 y 58 años, quienes no presentaban enfermedades y tenían diferentes ocupaciones. Se dividieron en dos grupos, uno “intervenido” con ejercicio físico aeróbico (baile) combinado con yoga, quienes realizaron tres sesiones por semana, de una hora y media cada una, y otro grupo de “control” que no realizaban ningún tipo de ejercicio físico. Este estudio tiene limitaciones que deben ser consideradas cuando se interpreten los resultados; una de ellas fue que la muestra no se seleccionó aleatoriamente sino por conveniencia, pero al tener grupo control, se clasificó como un estudio cuasiexperimental controlado. La otra limitación se debe al limitado tamaño de la muestra, sin embargo, se utilizó el método bayesiano útil y adecuado para hacer el análisis estadístico a pesar de estas limitaciones.

En este estudio, se examinó el efecto de una intervención con un protocolo de ejercicio físico combinado de baile y yoga, mediante la encuesta de estrés percibido, PSS10, en la población de docentes, funcionarios y estudiantes de la facultad de salud de una Universidad pública. Varias publicaciones reportan los efectos benéficos de la actividad física y el Yoga en el estrés pero de manera independiente. Cualquiera de las dos actividades influyen en la regulación de la actividad simpático-vagal,, favoreciendo la actividad del SNP en reposo (Batista et al., 2015), y de este manera el sistema regulador del SNA se vuelve más equilibrado y flexible, lo cual contribuye a reducir la carga alostática y a promover por lo tanto una considerable mejoría en la salud.

El baile como actividad física regular se ha descrito en la rehabilitación de distintas condiciones mentales y para contrarrestar el estrés. Las características que siempre se han resaltado en esta actividad son el acondicionamiento físico y el estado de placer que genera, las cuales se han asociado con disminución del estrés (Ross & Thomas, 2010). El yoga es una actividad que tiene como componentes la actividad física y la meditación en forma integrada, se ha asociado históricamente como una práctica con fundamentación filosófica con la cual se puede lograr control emocional y relajación. Dadas las propiedades de estas dos actividades, en este estudio se quiso evaluar el efecto en el estrés crónico de un protocolo que incluía baile y yoga en una misma sesión.

De la estrategia de medición del estrés crónico, se puede afirmar que aunque fue un autoreporte que permitía captar aspectos subjetivos de los participantes, esta Escala de Estrés Percibido o Perceived Stress Scale (PSS) desarrollada por Cohen et al., (1983) y utilizada para determinar el grado en el cual un individuo evalúa las situaciones de su vida como estresantes, durante el último mes (Cohen, Kamarck,

& Mermelstein, 1983), es una prueba psicométrica que permite cuantificar la magnitud del estrés adecuadamente con satisfactoria consistencia interna según estudios con diferentes grupos poblacionales (Campo, Bustos & Romero, 2009; Salgado, Carrascal & Monterrosa, 2013), además su validez ha sido demostrada en distintos grupos e idiomas en los que se ha confirmado que es una prueba fácil y rápida de entender (Remor E., 2006; Campo-Arias, A., 2009; Smith, K. J., 2014), todo lo cual favorece su uso en la práctica clínica y en la investigación.

En relación a los resultados obtenidos, la proporción de estudiantes fue marcadamente mayor (81.8%) entre los seleccionados, acorde con algunas publicaciones en que la población entre 18- 33 años son los que presentan mayor riesgo de presentar estrés crónico (APA., 2011). Con la prueba de percepción al estrés, se encontró que los participantes de este estudio ingresaron con un puntaje medio de la PSS10  $>25$ , considerado en otros estudios como de alta percepción de estrés (Heidt et al., 2014; Hynynen et al., 2011). Se encontró, además, que el valor positivo de las diferencias en cada uno de los dos grupos, permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, con una probabilidad de 1, puesto que la  $P(H_a|x) \gg 0.5$ ; esto implica que hubo una disminución importante de la percepción del estrés en la segunda medición para los dos grupos, teniendo en cuenta los puntajes iniciales de la PSS10, los cuales fueron similares en ambos grupos. Sin embargo, al comparar la diferencia obtenida del grupo intervenido con la diferencia obtenida del grupo control, se encontró que fue mayor la del intervenido, rechazándose por lo tanto la hipótesis nula de esta comparación y aceptándose la alternativa con una Probabilidad de 1.0, es decir,  $P(H_a|x) \gg 0.5$ . Esto significa, que la intervención con el protocolo combinado de baile y Yoga, tuvo un efecto determinante en la disminución de la percepción del estrés por encima de los otros factores que pudieran estar presentes en el grupo control y que contribuyeron en esta disminución.

Estos resultados son inéditos, teniendo en cuenta el diseño de protocolo de ejercicio que utilizó baile y yoga en la misma sesión, para el manejo del estrés crónico. Sin embargo, la inferencia de estos resultados puede ser solamente para el grupo de participantes del estudio debido a que la muestra fue seleccionada por conveniencia, lo cual no asegura representatividad de la población que en nuestro caso fue la de la facultad de salud de una Institución pública.

Los resultados de este estudio están en consonancia con estudios anteriores, que sugieren que el realizar mayor ejercicio físico favorece las mejores respuestas fisiológicas al estrés diario (Hamer, 2012). En línea con esta observación, Kouvonen et al. (2013) encontró, en un seguimiento de 6-8 años, que el aumento del estrés,

relacionado con el trabajo, estaba asociado, aunque débilmente, con la disminución del nivel de actividad física. El ejercicio se ha asociado con menor estrés subjetivo, pues hay hallazgos en numerosas poblaciones que al realizar más ejercicio tienen menores tasas de depresión, afectividad negativa y ansiedad (Stults-Kolehmainen & Sinha, 2014), estados que pueden desencadenarse a partir del estrés. Aunque se presentan similitudes entre las respuestas centrales y periféricas al ejercicio y al estrés (T. K. Kim & Han, 2016), entre las cuales está la de la reactividad cardiovascular, la reactividad cardíaca post-ejercicio se considera saludable, además, la práctica adecuada del ejercicio físico es controlable, mientras que la condición de estrés crónico no es controlada ni en intensidad ni en duración, por lo tanto, produce alteraciones en distintos sistemas fisiológicos, y se ha reportado como perjudicial para la salud.

La intensidad del ejercicio tiene un papel importante (Reed & Ones, 2006). La práctica a una intensidad moderada disminuye el nivel de estrés percibido en comparación con aquellos que no realizan ejercicio (Stults-Kolehmainen & Sinha, 2014). Un metaanálisis sobre la relación del estado de afecto y el ejercicio concluye que la intensidad leve y moderada produce gran efecto en estados afectivos positivos (Reed & Ones, 2006). Otro estudio evaluó la asociación del nivel de actividad física con el estrés subjetivo, utilizando la escala PSS10; en éste se observó que un mayor nivel de actividad física está asociado con menor estrés subjetivo y una mayor recuperación (Föhr et al., 2015), aunque no reporta el tipo de ejercicio, la frecuencia y la duración, y además no era una intervención combinada.

Los estudios que han utilizado las mismas estrategias de este estudio, ejercicio aeróbico moderado y yoga para disminuir la percepción y las respuestas al estrés, las han utilizado de manera independiente para evaluar el efecto de cada intervención en la percepción del estrés y la función física, encontrando que ambas estrategias disminuyen la percepción del estrés, sin embargo, con utilizar solo la práctica del yoga, se encuentran cambios principalmente en la función mental, y en menor medida en la función relacionada con el sistema cardiovascular e inmune (Lindahl et al., 2016; Ross & Thomas, 2010; Smith, 2003). Distintos estudios evidencian que el yoga puede mejorar la salud física y mental a través de la regulación del eje HPA y el SNS y su efectos sobre la reactividad cardiovascular y la FC (Hedge et al., 2011; Ross & Thomas, 2010), sin embargo, su mayor efecto está en la mejoría de los síntomas de estrés mental como irritabilidad, cansancio, incapacidad para relajarse, concentrarse o dormir, entre otras (APA, 2011; Batista et al., 2015; Ross & Thomas, 2010). En contraste, el ejercicio aeróbico mejora variables relacionadas con los mecanismos biológicos implicados principalmente en enfermedades cardiovasculares, como la función endotelial vascular y el control



autonómico cardíaco (Hamer et al., 2006; Ross & Thomas, 2010), con alguna mejoría en la función psicosocial, incluyendo menos angustia emocional y menores niveles de depresión (Blumenthal et al., 2005). Uno de los hallazgos de este estudio es que la intervención de baile y yoga en la misma sesión, según el protocolo diseñado para este estudio, pudo disminuir la respuesta subjetiva implícita en la encuesta de estrés percibido de la población estudiada.

### 4.3 EFECTO DEL EJERCICIO AERÓBICO (BAILE) COMBINADO CON YOGA EN LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA (VFC) EN SUJETOS QUE SE PERCIBEN ESTRESADOS.

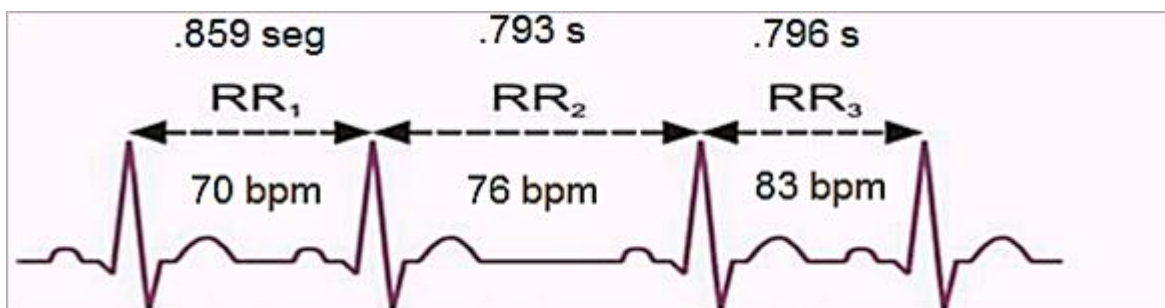
#### 4.3.1 Objetivo específico

Evaluar el efecto de la intervención con ejercicio aeróbico y yoga en la variabilidad cardiaca, mediante el cálculo del segmento R-R del electrocardiograma, en sujetos con estrés crónico.

#### 4.3.2 Descripción de la variable

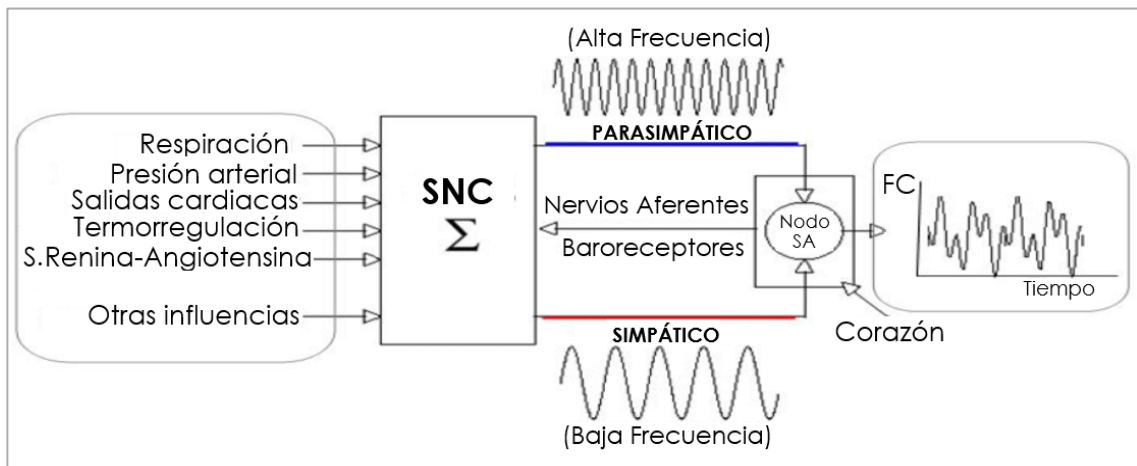
La VFC se define como el grado de fluctuación en la longitud de los intervalos entre latidos cardiacos; es decir, es la variación del tiempo (en milisegundos) entre dos latidos consecutivos (Task Force et al., 1996), **figura 6**. Su valor refleja la regularidad de los latidos del corazón, denominados *intervalos R-R*, y su utilidad está dada por ser un parámetro para la medición de la actividad neurovegetativa y de la función del SNA. El aumento relativo de la actividad simpática hace que el tiempo entre los latidos cardíacos sea más corto y el aumento relativo de la influencia parasimpática hace que el intervalo entre los latidos se haga más largo

La VFC describe la capacidad del organismo, en especial del aparato cardiovascular, para cambiar el intervalo temporal latido a latido, dependiendo de la intensidad de carga de trabajo, en un intento de alcanzar un estado óptimo para dar respuesta a las demandas cambiantes considerando todos los estímulos internos y externos (Rodas & Pedret, 2008).



**Figura 6.** Variación de la FC latido- latido. A partir del electrocardiograma, se calcula el intervalo entre picos R-R y se expresa la VFC en segundos y la FC en latidos por minuto (bpm). A mayor regularidad de los intervalos R-R, la VFC disminuye (y viceversa) (adaptado de Medicore, 2010; Rodas & Pedret, 2008)

Su origen resulta de la interacción entre el SNA y el ritmo intrínseco del nodo sinuatrial del sistema cardiovascular (Kleiger, R. E., 2005; Thayer JF. Et al. 2012). La habilidad del SNA y el nodo sinuatrial para responder dinámica y apropiadamente a los cambios en el medioambiente, como resultado de factores que modulan el influjo cardiaco, figura 7, (Medicore, 2010; Saul, 1990) resulta en incrementos de la VFC y esto se relaciona con buena salud cardiaca y adaptación al estrés físico y psíquico (Dhabhar, F. S., 2014; Rodas, G., et al., 2008); en contraste, la disminución de la VFC indica principalmente que la frecuencia cardíaca es monótonamente regular, una menor capacidad de regulación del SNA o en la respuesta del nodo sinuatrial para hacer frente a los factores de estrés interno y externo, recuperarse en el momento adecuado, resistir la enfermedad y/o mantener la homeostasis del organismo (Routledge, F. S., 2010).



**Figura 7.** Factores que modulan el influjo autonómico cardíaco. La VFC se debe a la acción sinérgica de las dos ramas del sistema nervioso autónomo, que actúan en equilibrio influenciados por parámetros neuronales, mecánicos, humorales y otros parámetros cardiovasculares (adaptado de medicore, 2010)

La evaluación de la VFC refleja la variación entre las ondas R-R de latidos cardiacos consecutivos, en el ritmo sinusal normal del ECG (electrocardiograma) (Rodas G. et al., 2008) durante un intervalo de tiempo que puede ir desde 5 min hasta 24 horas máximo. La potencia total de 5 minutos refleja principalmente el nivel de actividad nerviosa autonómica, con sus ramas simpática y parasimpática, mientras que la potencia total de 24h incluye, además de la actividad del SNA, los efectos hormonales y el ritmo circadiano.

Una vez es recogida la secuencia del ciclo cardíaco en el electrocardiograma (ECG), los datos registrados son digitalizados con un software que realiza una selección de los intervalos RR normales, eliminando los RR de latidos anormales y, a veces, detectando y corrigiendo errores de registro (Migliaro, E., et al. 2005; Rodas, G., et al., 2008). Posteriormente, el software remuestrea la serie RR de intervalos irregulares, a instantes de tiempo regulares, mediante un algoritmo de interpolación lineal. A partir de estas mediciones se calculan los diferentes parámetros del dominio del tiempo y del dominio de frecuencia de la VFC; aquellos utilizados para este estudio están relacionados con el seguimiento de la influencia del estrés y del ejercicio físico sobre el SNA (Rodas & Pedret, 2008; Thayer et al., 2012), y se presentan a continuación. para mayor información de otras variables del dominio del tiempo se puede consultar task force (Gallo, Farbiarz, & Álvarez, 1999; Medicore, 2010; Rodas & Pedret, 2008; Task Force, 1996)

#### **4.3.2.1 Parámetros del dominio temporal** (Task Force, 1996)

Sus parámetros resultan del análisis estadístico y matemático de los intervalos RR o NN normales del ECG en el tiempo; por medio de promedios y desviaciones estándar. Estos se pueden dividir en dos clases:

- Aquellos que se derivan de mediciones directas de los intervalos RR o la frecuencia cardíaca instantánea:
  - o SDNN (ms): es la *desviación estándar de todos los intervalos RR*, es decir, la raíz cuadrada de su varianza. Una varianza es matemáticamente equivalente a la potencia total del análisis espectral, porque refleja todos los componentes cíclicos de la variabilidad en las series registradas de intervalos NN. Su valor es más alto cuando la duración del registro es más larga. Por lo tanto, en la práctica deben compararse los valores de SDNN derivados del registro NN de igual longitud. Registros de 24 horas refleja el flujo de todos los factores que contribuyen a la variabilidad de la frecuencia cardíaca, incluyendo las oscilaciones lentas que se cree que reflejan la capacidad intrínseca del corazón para responder a las influencias hormonales.
- Aquellos que se derivan de las diferencias entre intervalos RR:
  - o RMSSD (ms): es la *Raíz cuadrada del promedio de la suma de las diferencias al cuadrado, entre intervalos RR adyacentes*. En registros cortos, estima las variaciones de alta frecuencia en la FC. Se utiliza para observar la influencia del SNP sobre el sistema cardiovascular. Se asocia directamente a la variabilidad a corto plazo. La disminución de su valor,

por debajo de 10 ms, acompañada de valores bajos de SDNN, por debajo de 20 ms, se relaciona con alto riesgo de desarrollar enfermedad cardíaca. También está estrechamente relacionado con el componente de alta frecuencia del espectro de potencia (potencia HF), y reflejan la influencia vagal sobre el corazón.

#### **4.3.2.2 Parámetros del dominio de frecuencia (espectro de potencia)** (Task Force, 1996)

Estos se obtienen a partir de diversos algoritmos de transformación matemática, habitualmente la Transformada de Fourier (Medicore, 2010), que permite descomponer la energía (potencia) de la señal RR en diferentes componentes frecuenciales (Rodas & Pedret, 2008). Cada componente espectral se correlaciona con los diferentes componentes del sistema nervioso autónomo. De esta forma, la mayor parte de la potencia de la señal se encuentra en un margen de 0 a 0,4 Hz, en la cual las influencias parasimpáticas están presentes en todo el rango de frecuencias del espectro de potencia de la FC, mientras que las influencias simpáticas influyen en aproximadamente 0,15 Hz (Saul, 1990) Task Force, 1996), la interpretación de esta información depende del sistema que se va a analizar. Estos parámetros se clasifican como:

- LF (baja frecuencia): los rangos de frecuencia se sitúan entre 0,04 y 0,15 Hz. Es la zona más controvertida en su interpretación, ya que puede atribuirse a influencias del SNS y/o a las del SNP. Se considera que en registros a largo plazo proporciona más información sobre la actividad del SNS. Las influencias del SNP se dan cuando existe una frecuencia respiratoria baja (inferior a 7 ciclos/min.).
- HF (alta frecuencia): Los rangos de frecuencia se sitúan entre 0,15 y 0,4 Hz. Está relacionada principalmente con la actividad del SNP y tiene un efecto relacionado con la relajación sobre la FC. La banda de frecuencia definida para este parámetro generalmente abarca el rango de frecuencia correspondiente a la frecuencia de la respiración normal. Se correlaciona altamente con la medida basada en el dominio del tiempo de RMSSD (Saul, 1990; Thayer et al., 2012).
- Proporción LF/HF; Su valor oscila entre 1.0-2.0 (Ratio LF [ms<sup>2</sup>]/HF [ms<sup>2</sup>]) y estima la influencia vagal (relacionada con la relajación y las HF) y la simpática (relacionada con el stress y las LF) y el equilibrio entre estos dos componentes. Se utiliza la proporción LF/HF para estimar de manera más efectiva la actividad del SNS.

### 4.3.3 Procedimientos

Para la determinación de la VFC, se dieron las siguientes recomendaciones a los sujetos seleccionados, quienes aceptaron por consentimiento la participación en la investigación:

- No haber ingerido alimentos, por lo menos, durante 2 horas previas a la prueba.
- No haber ingerido bebidas estimulantes (cafeína, guaraná, etc.) ni sustancias psicoactivas el día que se va a realizar la prueba.
- No haber realizado actividad física intensa el día que se va a realizar la prueba.
- No haber fumado cigarrillo, por lo menos, durante 2 horas previas a la prueba

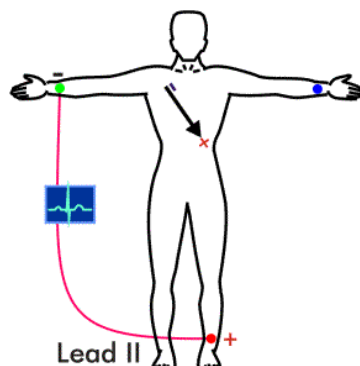
Para el registro del ECG se utilizó:

- Computador con software Chart Ver. 5.0 o mayor.
- PowerLab (con bioamplificador) referencia ML865 (ADInstruments)
- Cable aislado de cinco derivaciones para el bioamplificador y latiguillos (Cable del paciente)
- Tres electrodos tipo placa.
- Gel para electrodos.
- Camilla

El día de la prueba, se citó en las horas de la mañana en el Laboratorio de Fisiología del ejercicio del Departamento de Ciencias Fisiológicas de la Universidad del Valle. Se ubicaron en un cuarto sin estímulos sonoros o visuales nocivos y con temperatura controlada.

El laboratorio donde se realizaron las mediciones cumple con las condiciones requeridas, con una temperatura entre 18°C y 25°C. El sujeto permanece en decúbito supino por quince (15) minutos, que serán registrados en el ECG, de los cuales 10 minutos son para lograr un estado de reposo, y 5 minutos finales para la valoración de la VFC, con un ritmo respiratorio libre (Task Force, 1996).

El registro se realizó en la derivación DII en el plano frontal, con los electrodos de registro en el **brazo derecho (-)** y en la **pierna izquierda (+)**, y el electrodo de referencia en la pierna derecha, figura 8.



**Figura 8.** Disposición de los electrodos en la derivación II para el registro de ECG

La determinación de la VFC se realizó con el programa PowerLab® 26T (ADInstruments, Castle Hill, Australia), de alta fidelidad utilizado para la monitorización multimodal de bioseñales, en actividades de investigación y docencia.

La señal analógica, proveniente de un individuo, viaja hasta un amplificador, desde donde se conduce a una interface donde es convertida a señal digital, para transferirse al computador donde queda registrada y almacenada. Para el análisis de la señal, se utilizó LabChart® de software versión 8.1., figura 9. La *Configuración del Canal* para el registro del ECG, incluyó: tasa de muestreo de 1000/s; banda piezoeléctrica, rango de 20 mV; señal de ECG, rango de 1 mV; Filtro de banda de paso bajo 50 Hz.

Los valores experimentales de las variables de tiempo (SDNN; SDRRM) y de las variables de frecuencia (TP; LF; LFn.u; HF; HFn.u; LF/HF) de la VFC obtenidas con el Labchart se llevaron a una base de datos, con la cual se realizaron el análisis estadístico.

Finalizando las ocho semanas, tanto para el grupo control como para el de intervención con ejercicio aeróbico y yoga, se repitió el procedimiento con el fin de evaluar los cambios que se podrían presentar en los diferentes parámetros de la variabilidad cardíaca durante el tiempo de intervención.



**Figura 9.** Ventana de visualización de resultados de VFC del Labchart. Se agrupan en análisis generales de dominio temporal y de dominio de frecuencia.

#### 4.3.4 Análisis de datos

Como se dijo previamente, se utilizó estadística de inferencia bayesiana para el análisis de los datos, (Ver metodología general). Con respecto a los resultados obtenidos en VFC, se considera que hay un cambio favorable (Efecto de la intervención) si los  $\Delta_i$ , ( $i$ =intervenidos (int) o controles (cont)) son positivos; por lo tanto, las diferencias son calculadas como medición final menos medición inicial para todas las variables de la VFC.



### 4.3.5 Resultados

#### 4.3.5.1 Variables del dominio de tiempo de la VFC

##### **SDNN** (*desviación estándar de todos los intervalos RR*)

Con el análisis exploratorio de los datos, se observó un aumento del valor de este parámetro en el grupo intervenido, ocho semanas después. Por el contrario, en el grupo control la SDNN disminuyó. Ambos grupos presentaron rangos similares para la variable. Antes de la intervención, la media de los datos obtenidos en ambos grupos fue similar. Ocho semanas después, el cambio del grupo que realizó ejercicio es positivo, en contraste con el cambio del grupo que no realizó ejercicio, el cuál fue negativo, Tabla 7.

**Tabla 7.** Medidas obtenidas en la SDNN.

VFC	Grupo intervención			Grupo control		
	Pre	Post	$\bar{X}$ de las diferencias*	pre	post	$\bar{X}$ de las diferencias*
SDNN (ms)	45.3±19.5	50.3± 18.8	5.08 ±18.7	49.3± 18.0	46.0± 14.6	-3.33 ±15.71
Rangos	15.1-78.0	26.7 - 85.6	-----	17.6- 75.6	24.5- 83.2	-----

\* Promedio de las diferencias, de la medición inicial y final para cada grupo (n=22). Los valores representan media ± SD.

El análisis de estos resultados mediante distribución posterior y la prueba de hipótesis bayesiana, mostró una probabilidad de 1, ( $P(H_a|x) \gg 0.5$ ), para que la media de las diferencias dentro del grupo de intervención sea mayor cero, **Tabla 8**; es decir, hay una posibilidad del 100% de hallar diferencias en la SDNN, cuando se realiza baile y yoga, mientras que en el grupo control no hay probabilidad de hallar diferencias entre las mediciones iniciales y finales obtenidas para esta variable de la VFC. Por otro lado, cuando se comparan las diferencias de las mediciones, entre ambos grupos, se encontró una alta probabilidad para que la diferencia obtenida en la SDNN, del grupo de intervención, siempre sea positiva, en comparación con la diferencia obtenida en un grupo control, quienes no realizaron ejercicio.

**Tabla 8.** Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de SDNN

	$E(\mu)$	RC (95%)		$P(H_a x)$
<b>Grupo de intervención</b>	4.927	4.043	5.812	1.000
<b>Grupo de control</b>	-3.255	-4.035	-2.480	0.000
<b>Comparación entre grupos</b>	8.029	6.488	9.555	1.000

E: *Esperanza*; RC: *Región de Credibilidad*; P: *Probabilidad*

**RMSSD** (Raíz cuadrada del promedio de la suma de las diferencias al cuadrado, entre intervalos RR adyacentes)

Se encontró un aumento ligero del valor de la variable de la VFC, en el grupo intervenido, después de la intervención con ejercicio, **Tabla 9**. Mientras que en el grupo control disminuyó ligeramente, cuando se evaluó ocho semanas después. También se observa que el grupo de intervención presenta menor rango de variación que el grupo de control, debido a que éste último presentó un valor atípico que corresponde a un sujeto quien registró 103.70 ms. La media de las diferencias de los datos obtenidos ( $\Delta_i$ =final-inicial) en ambos grupos, muestra que el cambio del grupo que realizó ejercicio es positivo ( $4.80 \pm 17.2$ ), mientras que el cambio del grupo que no realizó ejercicio fue negativo, ( $-4.03 \pm 19.04$ ).

**Tabla 9.** Medidas obtenidas en la RMSS.

VFC	Grupo intervención			Grupo control		
	Pre	Post	$\bar{x}$ de las diferencias *	pre	post	$\bar{x}$ de las diferencias *
RMSSD (ms) $42 \pm 15$	46.6 $\pm$ 24.2	51.4 $\pm$ 23.0	4.80 $\pm$ 17.2	50.0 $\pm$ 25.7	46.0 $\pm$ 21.6	-4.03 $\pm$ 19.0
Rangos	13.3– 99.5	22.4 – 95.4	-----	11.2- 94.2	17.7- 103.2	-----

\*Promedio de las diferencias, de la medición inicial y final para cada grupo (n=22). Los valores representan media  $\pm$  SD.

El análisis, luego de la distribución posterior bayesiana, muestra que hay una posibilidad del 100% de hallar diferencias en la RMSSD con 8 semanas de baile y yoga en la misma sesión, mientras que dentro del grupo de control no hay posibilidad de que exista diferencias en las mediciones iniciales y finales obtenidas para la RMSSD, **Tabla 10**; Adicionalmente, cuando se comparan las diferencias de las mediciones entre ambos grupos, se observa que existe una alta probabilidad de

que las diferencias en la RMSSD sean más positivas si se realiza baile y yoga, versus si no se realiza ningún tipo de ejercicio.

**Tabla 10.** Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de RMSSD.

	$E(\mu)$	RC (95%)		$P(H_a x)$
<b>Grupo de intervención</b>	4.6862	3.855	5.517	1.000
<b>Grupo de control</b>	-3.9166	-4.816	-3.022	0.000
<b>Comparación entre grupos</b>	8.4347	6.8269	10.030	1.000

E: Esperanza; RC: Región de Credibilidad; P: Probabilidad

#### 4.3.5.2 Variables del dominio de frecuencia de la VFC (poder espectral)

##### LF (potencia de Baja Frecuencia)

Los resultados obtenidos en cada grupo están desde el inicio por debajo del valor de referencia, y ocho semanas después, en el grupo de intervención con ejercicio, aumenta el valor de LF, mas esto no se presenta en el grupo control, **Tabla 11**. La media de las diferencias ( $\Delta_i$ =final-inicial) del grupo de intervención es positivo, contrario al grupo control.

**Tabla 11.** Medidas obtenidas en la LF.

VFC	Grupo intervención			Grupo control		
	Pre	Post	$\bar{x}$ de las diferencias *	pre	post	$\bar{x}$ de las diferencias *
LF (ms <sup>2</sup> ) 1170 ± 416	981± 797.4	988± 677	7.05 ± 777.1	850.7± 565.8	668.5± 377.4	-182.1 ±547.5
Rangos	217.1 – 3168	200.1- 2676	-----	517.9- 9740	721.2- 9892	-----

\*Promedio de las diferencias entre la medición inicial y final de cada grupo (n=22). Los valores representan media ± SD.

El resultado obtenido, luego de realizar la distribución posterior bayesiana, muestra que existe una posibilidad del 65.98% de hallar diferencias en el valor de la LF, con la práctica de baile y yoga en la misma sesión; mientras que en el grupo control no existe posibilidad de hallar diferencias para la LF, **Tabla 12**. Adicionalmente, cuando se comparan las diferencias de las mediciones de la LF, obtenidas en el grupo de intervención versus las obtenidas en el grupo control, se observa que existe una alta probabilidad, ( $P(H_a|x \gg 0.5)$ ) para que la diferencia en la LF sea positiva, en

aquellos que realicen baile y yoga en la misma sesión, en comparación con aquellos que no realizan ejercicio físico.

**Tabla 12.** Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de LF.

	$E(\mu)$	RC (95%)		$P(H_a x)$
<b>Grupo de intervención</b>	6.884	-25.821	39.414	0.6598
<b>Grupo de control</b>	-179.631	-187.40	-156.597	0.000
<b>Comparación entre grupos</b>	181.600	125.597	237.002	1.000

E: *Esperanza*; RC: *Región de Credibilidad*; P: *Probabilidad*

### HF (potencia de Alta Frecuencia)

El promedio de las diferencias de las mediciones finales e iniciales, indica que no hubo efecto sobre la variable ni con la intervención, ni en los controles (su valor es negativo), **Tabla 13**. Sin embargo, esta diferencia negativa es menor en el grupo que realizó ejercicio en comparación con el grupo control. Esta observación es realizada para los resultados intragrupos.

**Tabla 13.** Medidas obtenidas de la HF

VFC	Grupo intervención			Grupo control		
	Pre	Post	$\bar{x}$ de las diferencias*	pre	post	$\bar{x}$ de las diferencias*
HF (ms <sup>2</sup> )	1661.6±	1558.7±	-102.9±	1678.2	1379.2±	-298.97±
975 ± 203	1418.4	1141.8	1276	±	1455.6	1074.52
				1480.2		

\*Promedio de las diferencias en las medición inicial y final de cada uno de los sujetos (n=22). Los valores representan media ± SD.

El resultado de la distribución posterior bayesiana, muestra que no existe posibilidad de hallar diferencias en el valor de la HF, ni en el grupo que realizó baile y yoga, ni en el grupo control, **Tabla 14**. Cual comparar las diferencias de las mediciones, entre ambos grupos, se observa que existe una alta probabilidad de que la diferencia del grupo de intervención sea más positiva en comparación con el grupo de control.

**Tabla 14.** Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de HF

	$E(\mu)$	RC (95%)		$P(H_a x)$
<b>Intervención</b>	-1.9008	-2.589	-1.216	0.000
<b>Control</b>	-4.774	-5.755	-3.799	0.000
<b>Intervención Vs Control</b>	2.877	1.231	4.476	1.000

E: *Esperanza*; RC: *Región de Credibilidad*; P: *Probabilidad*

#### 4.3.6 Discusión

En este estudio, se examinó la modulación autonómica cardíaca, a través de la VFC, en individuos sanos que se percibían estresados (escala de estrés percibido PSS10) y pertenecían respectivamente a un grupo “intervenido” con ejercicio físico aeróbico combinado con yoga, y a otro de “control” que no realizaban ningún tipo de ejercicio físico. A pesar de las limitaciones referidas previamente de este diseño experimental, es importante tener en cuenta que el análisis adecuado de la VFC permite el estudio de la actividad del Sistema Nervioso Autónomo en el corazón de una manera no invasiva, práctica y reproducible y es un biomarcador potencial para evaluar el riesgo de ECV y de estrés psicosocial por su gran relación con la regulación emocional (Thayer JF. Et al. 2012), todo lo cual favorece la validez del análisis de esta variable. Por otro lado, es importante saber el tiempo de registro del electrocardiograma que se utilice, pues de ello dependen los valores de referencia que se utilicen para evaluar los resultados. En este estudio, se realizó un registro de 5 min (Task Force, 1996).

Los hallazgos muestran que los valores promedio, pre y post, de la mayoría de los componentes con los cuales se evaluó la VFC estuvieron dentro del rango normal correspondiente, tanto para el grupo intervenido como para el grupo control; estos hallazgos fueron contrarios a los reportados en otros estudios (Bagri et al., 2016; Borchini et al., 2014; Föhr et al., 2016; Tonello et al., 2014). El parámetro HF tuvo valores promedio que no estuvieron dentro del rango (tabla 13), esto puede ser porque los registros de VFC en sujetos más jóvenes, muestran valores más altos (Nunan, Sandercock, & Brodie, 2010).

Una observación importante de este estudio es que, varios de estos promedios presentaron alta probabilidad de incremento en los sujetos que realizaron ejercicio ( $P(H_a|x) \gg 0.5$ ), mientras que los promedios de los individuos que no realizaron ejercicio, disminuyeron, aunque la mayoría de los valores promedio de los componentes de la VFC estuvieron en el rango normal. A continuación, se analiza lo sucedido con algunos componentes. Un aspecto importante a tener en cuenta en

este análisis es la gran variabilidad de algunos de los promedios (desviación estándar) y la limitación del tamaño de muestra.

Las variables del dominio del tiempo, SDNN y RMSSD, mostraron cambios positivos cuando se comparó mediante la prueba bayesiana el grupo intervenido con ejercicio aeróbico combinado con yoga frente al grupo control, cumpliéndose así la  $P(H_a|x) \gg 0.5$ , Resultados que sugieren que el ejercicio contribuyó al cambio.

La SDNN es un parámetro muy representativo de la VFC para evaluar la influencia simpática y vagal sobre la VFC, su valor de referencia es  $47 \pm 10$  ms. Un bajo valor de SDNN implica baja VFC o disminución de la complejidad dinámica del SNS y SNP para mantener la homeostasis frente a los desafíos ambientales internos y externos, lo cual se asocia significativamente con: intervalos RR más cortos, mayor estrés, peor tolerancia al ejercicio y una variedad de enfermedades crónicas y trastornos del comportamiento (Task Force, 1996; Kleiger, Stein & Bigger, 2005).

En este estudio, algunos individuos de ambos grupos tuvieron un valor de SDNN menor a 20 ms de SDNN considerada de muy baja VFC, pero una proporción mayor de individuos tuvieron valores cercanos a 50 ms de SDNN (Nunan et al., 2010; Sotelo, 2000; Task Force, 1996), considerado como normal. Alto de VFC, sin embargo, al hacer ajuste de la SDNN por edad, que en este estudio osciló entre  $26.3 \pm 10.9$  y  $27.6 \pm 9.6$  años para el grupo de intervención y el grupo control, respectivamente, se encontró que los valores medios de SDNN estuvieron entre 41-47 ms consideradas como valores bajos normales (Sotelo, 2000; (Manlio, 2008; Medicore, 2010), por lo tanto la función reguladora del ANS y la habilidad de hacer frente a las demandas del ambiente están dentro de lo normal. Estos resultados son concordantes con los de otro estudio en el que las edades oscilan entre 37 y 43 años (Hynynen et al., 2011).

A pesar de estos hallazgos, se encontró, con la prueba bayesiana, que con una probabilidad de 1, ( $P(H_a|x) \gg 0.5$ ), los valores de la SDNN, cuando se interviene con baile y yoga, cambian al compararlos con el cambio del grupo que no hizo ejercicio (tabla 8). Estos hallazgos difieren con estudios realizados por otros autores en los que no se encuentra marcada asociación entre la SDNN y el ejercicio físico (Hautala et al., 2010). En otro estudio, la SDNN se redujo significativamente pero con sesiones de yoga y meditación solamente (Tonello et al., 2014).

La RMSSD es un parámetro de la VFC asociado a la influencia del SNP sobre la actividad eléctrica del corazón. Valores  $< 20$  ms, cuando se acompañan con la SDNN  $< 20$  ms, se considera baja VFC, es decir, menor influencia vagal sobre el corazón y mayor riesgo de desarrollar enfermedad cardíaca (Task Force, 1996). Los valores

de RMSSD de algunos individuos obtenidos en ambos grupos oscilaron desde valores cercanos a 10 ms, considerados muy baja VFC, pero la mayoría de individuos tuvo valores cercanos a 50ms, considerados normal Alta VFC(Nunan et al., 2010; Orsila et al., 2008); por lo tanto, el valor promedio de la RMSSD también estuvo en el rango normal, al igual que la SDNN. Estos hallazgos indican que, estas variables del dominio del tiempo ajustadas por edad, no se afectaron de manera importante con el estrés, por lo tanto que la función reguladora de SNP sobre la actividad cardiaca en esta muestra de individuos que se perciben estresados es normal. Estos hallazgos difieren con los reportados en otros estudios, en los que la RMSSD se correlacionó de manera negativa en sujetos con estrés (Uusitalo et al., 2011). Sin embargo, Hynynen y cols., reportan valores normales de RMSSD en sujetos con alto y bajo estrés (Hynynen et al., 2011), hallazgos similares a los reportados en este estudio.

A pesar de estos hallazgos, se encontró una probabilidad de 1, ( $P(H_a|x) \gg 0.5$ ), para que los valores de la RMSSD cambien cuando se interviene con baile y yoga, y que este cambio sea más positivo al compararlos con el grupo que no hizo ejercicio (**tabla 10**). Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por otros estudios en los cuales el ejercicio ligero dinámico alteró significativamente los valores absolutos de SDNN y RMSSD (Weippert et al., 2015), mejorando la actividad vagal sobre el corazón; aquellos que realizaron actividad física presentaron el índice RMSSD más alto durante las horas de vigilia, de sueño y de recuperación, junto con un porcentaje de estrés más bajo durante el día y durante las horas de trabajo (Föhr et al., 2015); por el contrario, otros reportes difieren con los hallazgos de este estudio, puesto que la RMSSD se redujo en los sujetos con más adherencia al ejercicio físico (Cheema et al., 2013; Jones et al., 2016), aunque la intervención solo se realizó con yoga, (Posadzki et al., 2015).

Las variables del dominio de la frecuencia (espectro de la potencia) también se encontraban dentro de los valores normales esperados para la media de edad de los grupos ( $26.3 \pm 10.9$  y  $27.6 \pm 9.6$ , intervención y control, respectivamente).

Los hallazgos iniciales de ambos grupos estaban por debajo del valor de referencia, luego del periodo de intervención solo aumenta el valor del grupo intervenido (tabla11). Al analizar con la prueba Bayesiana se encontró solo una posibilidad del 65.98% de hallar diferencias en la LF con la práctica de ejercicio, es decir, de encontrar valores positivos de cambio entre las mediciones iniciales y finales, (tabla 12). Todo esto estaría indicando que la intervención permitió incrementar la LF, en presencia de todos los factores que la puedan afectar, que sería la que mostraría el efecto más específicamente por el ejercicio, sin embargo se vio que en ambas

situaciones, el grupo control disminuyó mucho más, es decir, que el ejercicio de alguna forma impidió una mayor caída de esta variable que implicaría una mayor actividad del sistema simpático en la actividad cardíaca.

Los resultados iniciales de la HF, muestran valores por encima del valor de referencia, y posterior al periodo de intervención disminuyen. La diferencia entre las mediciones iniciales y las realizadas ocho semanas después, se encontró valores positivos en ambos grupos, sobre todo en el control (tabla 13). Sin embargo, cabe destacar que, al analizar con la prueba Bayesiana, se encontró una posibilidad del 100% de hallar diferencias más positivas en la HF al realizar ocho semanas de baile y yoga versus si no se realiza ningún tipo de ejercicio, (tabla 14). Esto puede indicar que para observar cambios en la HF requiere más tiempo de intervención y no es suficiente con tan solo ocho semanas. Los individuos de ambos grupos, presentaron una VFC adecuada desde el inicio, con valores aumentados para la HF en relación a su edad. La disminución del valor de la HF en ambos grupos, estaría mostrando la actividad de algún factor diferente al ejercicio, que favorecía esta disminución.



#### **4.4 CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD (CVRS) Y EJERCICIO AERÓBICO MODERADO (BAILE) Y YOGA, EN SUJETOS QUE SE PERCIBEN ESTRESADOS.**

##### **4.4.1 Objetivo Específico**

Evaluar la calidad de vida de sujetos que se perciben estresados, antes y después de la intervención.

##### **4.4.2 Descripción de la variable**

La medición de la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) se promueve como método de validación de resultados terapéuticos, tanto individuales como poblacionales, para la detección de efectos con repercusión en las decisiones clínicas, para mediciones de salud de poblaciones y para proveer información para decisiones políticas (Martí C et al., 2009). Su propósito es monitorear la salud de la población, evaluar el efecto de las políticas sociales y de salud, focalizar los recursos con relación a las necesidades, diagnóstico de la naturaleza, severidad y pronóstico de una enfermedad y evaluar los efectos de un tratamiento. Algunos autores proponen la utilización de la CVRS como un indicador de resultado en los diseños de investigación clínica (Urzúa M, 2010).

##### **4.4.3 Procedimientos**

- Los sujetos que firmaron el consentimiento informado respondieron el cuestionario genérico de Salud SF-12® (Ware JE Jr, Kosinski M, Keller SD., 1996), que es un cuestionario ampliamente utilizado debido a su simplicidad y corto tiempo de aplicación, para evaluar la CVRS, con el propósito de conocer la percepción de cada individuo sobre su salud y bienestar.
- El cuestionario SF Contiene 12 preguntas, cuyas respuestas tienen una escala de 0 a 100, en la que el puntaje más alto indica mejor CVRS. Estas recogen medidas sobre el estado funcional y emocional de la persona, evaluando 8 dimensiones: salud general, función física, rol físico, dolor, vitalidad, rol emocional, función social y salud mental.
- A continuación, se estandarizan las ocho dimensiones para obtener las puntuaciones de las medidas de los componentes sumario físico (CSF) y mental

(CSM), basado en normas poblacionales de referencia, de acuerdo con los parámetros establecidos por los autores del instrumento.

- El valor de las variables de calidad de vida obtenidas con la SF12 se consignaron en una base de datos, con la cual se realizaron los análisis.

#### 4.4.4 Análisis de datos

Se utilizó método de inferencia bayesiana para el análisis de los datos, (Ver *metodología general*). Con respecto a los resultados obtenidos en la CVRS, se considera que hay un cambio favorable (Efecto de la intervención) si los  $\Delta_i$  ( $i$ =intervenido,  $i$ =controles), son positivos; por lo tanto, las diferencias son calculadas como  $\Delta_i = CSF_{final} - CSF_{inicial}$ , para los componente sumario físico y mental.

#### 4.4.5 Resultados

En el análisis exploratorio de los datos, se observa que ambos grupos presentaron un valor promedio similar, para el CSF y CSM, considerados como bueno según el valor de referencia, al inicio del estudio y 8 semanas después, (**Tabla 15**). Al comparar el promedio de las diferencias, se observa que en ambos grupos el cambio es positivo para el CSM, sin embargo esta diferencia es mayor en el grupo que realizó ejercicio, por lo tanto, se espera que haya un efecto de la intervención sobre esta variable. La media de las diferencias en el CSF muestra un cambio positivo en el grupo intervenido, mientras que en el grupo control no se observó un cambio.

**Tabla 15.** Medidas obtenidas en la CVRS.

	Grupo intervención			Grupo control		
	Pre	Post	$\bar{x}$ de las diferencias*	pre	post	$\bar{x}$ de las diferencias*
<b>CVRS</b>						
CSF 50 $\pm$ 10	54.2 $\pm$ 7.4	55.5 $\pm$ 5.0	1.2 $\pm$ 7.2	52.3 $\pm$ 7.6	51.0 $\pm$ 6.9	-1.3 $\pm$ 7.5
CSM 50 $\pm$ 10	43.1 $\pm$ 5.2	44.2 $\pm$ 4.9	1.2 $\pm$ 6.5	42.7 $\pm$ 6.3	43.6 $\pm$ 7.8	0.9 $\pm$ 9.2

Los valores representan media  $\pm$  SD. CVRS, calidad de vida relacionada con la salud. CSF, componente sumario físico. CSM, componente sumario mental. \*Promedio de las diferencias en las mediciones iniciales y finales (n=22)

El análisis de estos resultados mediante distribución posterior bayesiana para el CSM (Tabla 16) muestra una probabilidad de 1, ( $P(H_a|x) \gg 0.5$ ), de hallar diferencias tanto en el grupo de intervención como en el de control, ambos presentaron un valor positivo después de 8 semanas. Adicionalmente, al comparar las diferencias de las mediciones de la CSM entre ambos grupos, se observa que hay una baja probabilidad de que las diferencias en esta variable sean mayores con la práctica de ejercicio, la región de credibilidad (RC) contiene el valor de cero, lo que da mayor evidencia al hecho de que no haya diferencias entre los grupos. Estos resultados son similares para el CSM, **Tabla 17**.

**Tabla 16.** Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de CSM

	$E(\mu)$	RC (95%)		$P(H_a x)$
<b>Grupo de intervención</b>	1.085	0.6035	1.568	1.000
<b>Grupo de control</b>	1.461	0.9912	1.933	1.000
<b>Comparación entre grupos</b>	-0.363	-1.149	0.4016	0.1698

E: Esperanza; RC: Rango Confianza; P: Probabilidad

**Tabla 17.** Resultados de la distribución posterior bayesiana para las diferencias de CSF

	$E(\mu)$	RC (95%)		$P(H_a x)$
<b>Grupo de intervención</b>	1.1819	0.6752	1.688	1.000
<b>Grupo de control</b>	2.9780	2.4069	3.550	1.000
<b>Comparación entre grupos</b>	-1.7837	-2.7200	-0.8690	0.000

E: Esperanza; RC: Región de Credibilidad; P: Probabilidad

#### 4.4.6 Discusión

La Calidad de Vida constituye el marco conceptual en el que los temas relacionados con la salud pueden ser revisados positivamente y de forma holística, integrando la salud perceptual, en sus componentes físicos, psíquicos y sociales. La Organización Mundial de la Salud, a través del grupo de calidad de vida (WHOQOL Group), define calidad de vida como la “*percepción del individuo de su posición en la vida en el contexto de la cultura y sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones*” (Whoqol Group, 1995). Se considera que la calidad de vida es un proceso dinámico y cambiante que incluye interacciones continuas entre el individuo y su medio ambiente (Schwartzmann, 2003), que requiere de un periodo de adaptación a las actividades cotidianas, la conservación del estado funcional, la percepción de la calidad de vida

en sus diferentes dimensiones, y la ausencia de trastornos psicológicos y emociones negativas (Alpi & Quiceno, 2012).

En la calidad de vida es importante el bienestar del componente físico (CSF), del componente mental (CSM) y el social (Peiró, 2000; Ruiz & Pardo, 2005), no solo a la ausencia de enfermedad (Whoqol Group, 1995). La CVRS puede utilizarse para medir el impacto del estrés sobre el conjunto de dimensiones que son importantes para las personas. La información que se deriva de su estudio es un insumo importante para la formulación de objetivos, de guías y de políticas en búsqueda de mejorar el cuidado de la salud, y es especialmente beneficiosa para describir el impacto del estrés en la vida de las personas que se perciben en esta situación, y para la evaluación de la efectividad de los tratamientos; también permite reconocer los mecanismos que inciden negativamente en la CVRS del paciente y así realizar intervenciones psicosociales que promuevan el mayor bienestar posible.

Aunque es claro que el estrés crónico pueden influir en la salud mediante estados de ánimo negativos, especialmente si son intensos y/o prolongados, que se asocian con un mayor efecto negativo sobre la salud (Gaviri et al., 2007), los hallazgos de este estudio para esta variable muestran que el alto estrés percibido (valor promedio >25 puntos en la PSS10) por los participantes del estudio, no afectó en gran medida su calidad de vida. Los valores se mantuvieron sin cambios, tanto para el componente físico como el componente mental, tabla 15. Sin embargo, el análisis de la distribución posterior para el CSM, muestran cambios positivos en ambos grupos, con un 16.9% de posibilidad de que el cambio en el grupo intervenido sea mayor al compararlo con el grupo de control, sin embargo esta probabilidad es muy baja, teniendo en cuenta que la probabilidad es mas probable si es  $>>0.5$ , es decir,  $P(H_a|x) \gg 0.5$ . a pesar de lo anterior, los resultados sugieren que los individuos que fueron intervenidos con el baile combinado con yoga, presentaron respuestas más positivas respecto al componente de salud mental de la encuesta de calidad de vida. Este resultado fue similar a un estudio realizado en empleados públicos (Martínez & Calvo, 2014) quienes realizaban ejercicio físico regular y que presentaron una percepción más positiva de su CVRS, en aspectos relacionados con el CSM. El efecto del ejercicio físico también ha sido objeto de diversos estudios que lo relacionan con la calidad de vida. Sesiones de ejercicio de quince minutos, durante tres meses, puede contribuir a mejorar la calidad de vida en trabajadores, principalmente en la dimensión estado general de salud y en aspectos relacionados con la CSM (Curiacos & Curiacos, 2009). Incluso 6 semanas de ejercicio físico demostró mejorar el aspecto físico y mental de la calidad de vida en sujetos con enfermedad crónica (Huisinga et al., 2011). En contraste, en este estudio, se obtuvo cambios positivos del CSF para ambos grupos, pero las comparaciones entre estos

no mostraron diferencias (tabla 17), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula:  $H_o: \bar{\Delta}_{int} = \bar{\Delta}_{cont}$ , es decir, no hubo influencia de la práctica del ejercicio combinado sobre la CSF.

Para estudios posteriores, sería conveniente utilizar la evaluación de la calidad de vida relacionada con la salud, y su relación con el estrés crónico, teniendo en cuenta no solo los componentes sumarios físico y mental, sino también las puntuaciones de sus ocho dimensiones, tanto en esta población como en otras similares a la estudiada, para así poder establecer comparaciones que nos permitan estudiar de manera más clara el impacto del estrés crónico sobre la calidad de vida en sujetos sanos, que se perciben con estrés crónico.

## **4.5 EFECTO DEL EJERCICIO AERÓBICO (BAILE) COMBINADO CON YOGA EN EL RECuento DIFERENCIAL DE LEUCOCITOS EN SUJETOS QUE SE PERCIBEN ESTRESADOS.**

### **4.5.1 Objetivo específico**

Evaluar el cambio del recuento diferencial de leucocitos mediante el análisis del extendido de sangre periférica antes y después de la intervención.

### **4.5.2 Descripción de la variable**

La capacidad de respuesta inmune de un individuo puede evaluarse por pruebas *in vivo* o *in vitro*, que incluye evaluación de la respuesta mediada por células o factores solubles tanto de la inmunidad innata como la adaptativa. Su elección dependerá de la razón por la cual se decide evaluar la competencia inmunológica (Rugeles, M. T., 2004). El extendido de sangre periférica es un análisis sencillo para evaluar las células de la inmunidad innata, que permite establecer el porcentaje y el número absoluto (cuando se complementa con el recuento de leucocitos totales) de las subpoblaciones más importantes de leucocitos en sangre periférica. Este análisis aporta información sobre alteraciones cuantitativas y cualitativas en las células de la inmunidad innata, que pueden ser de origen primario o asociadas a distintos síndromes de inmunodeficiencia (Rugeles, M. T., 2004), incluso asociado a cambios fisiológicos relacionados con el estrés crónico (Gómez, J. V. 2000).

### **4.5.3 Procedimientos**

Para la determinación del cambio en el recuento leucocitario, se citó a los sujetos seleccionados para el estudio, en las horas de la mañana en el Laboratorio de Fisiología del ejercicio del Departamento de Ciencias Fisiológicas de la Universidad del Valle.

Se recolectaron 10 ml de sangre, obtenida a través de punción periférica al inicio y al final de la fase de intervención, acorde con los estándares internacionales y las buenas prácticas de laboratorio, y sin haber realizado ningún tipo de ejercicio físico 24 horas antes de la toma.

Los parámetros cuantitativos se determinaron por instrumentación básica, y los parámetros cualitativos y el recuento diferencial de leucocitos se derivaron del estudio del extendido de sangre periférica realizado por profesionales con capacitación validada (Campuzano M, G. 2008). La toma y el análisis de la muestra se realizaron en ANGEL laboratorios S.A., que cumple con todos los requisitos para este tipo de procedimientos.

Los riesgos relacionados con la punción venosa para la extracción de la muestra sanguínea fueron explicados a los participantes (sangrado, desmayo o sensación de mareo, hematoma, infección, punciones múltiples para localizar las venas) en el consentimiento informado, sin embargo estos son consideraciones de riesgo mínimo, que serán solventadas, en caso de presentarse por el personal del laboratorio.

Los valores de los leucocitos totales así como el recuento diferencial de neutrófilos, linfocitos y monocitos, obtenidas con el hemograma se llevaron a una base de datos, con la cual se realizaron los análisis.

Finalizando las ocho semanas, tanto para el grupo control como para el de intervención con ejercicio aeróbico y yoga, se repitió el procedimiento con el fin de evaluar los cambios que se podrían presentar en esta variable.

#### **4.5.4 Análisis de datos**

Se utilizó método de inferencia bayesiana para el análisis de los datos, (Ver *metodología general*). Con respecto a los resultados obtenidos en el leucograma, se considera que hay un cambio favorable (Efecto de la intervención) si los  $\Delta_i$  con  $i$ =intervenidos (int), controles (cont) son positivos; Por lo tanto, las diferencias son calculadas como  $\Delta_i = \text{Leucocitos inicial} - \text{Leucocitos final}$ , tanto en intragrupos como en entregupos.

#### **4.5.5 Resultados**

En el recuento de leucocitos, se encontró disminución importante del conteo de leucocitos totales en el grupo intervenido, mientras que en el grupo control esa disminución fue mínima. Después de 8 semanas de ejercicio, en el grupo intervenido, la mayor disminución fue en neutrófilos, mientras que los monocitos y linfocitos, se mantuvieron sin cambios en ambos grupos, **Tabla 18**. Los hallazgos

descritos se ratifican al encontrar que el promedio de las diferencias en el grupo intervenido es mayor que cero en leucocitos y neutrófilos.

Tabla 18. Medidas obtenidas en el leucograma.

	Grupo intervención			Grupo control		
	Pre	Post	$\bar{x}$ de las diferencias*	pre	post	$\bar{x}$ de las diferencias*
<b>Leucograma</b>						
Leucocitos ( $\times 10^3/\mu\text{L}_1$ ) 4.0- 12.0	8.1 $\pm$ 3.5	7.1 $\pm$ 2.1	1.0 $\pm$ 2.4	8.1 $\pm$ 1.7	7.9 $\pm$ 2.3	0.2 $\pm$ 1.9
Neutrófilos ( $\times 10^3/\mu\text{L}_1$ ) 2.0-8.0	4.9 $\pm$ 3.1	4.1 $\pm$ 1.8	0.8 $\pm$ 2.1	5.0 $\pm$ 1.4	4.9 $\pm$ 1.8	0.0 $\pm$ 1.7
Monocitos ( $\times 10^3/\mu\text{L}_1$ ) 0.12-1.20	0.5 $\pm$ 0.2	0.4 $\pm$ 0.1	0.2 $\pm$ 0.7	0.5 $\pm$ 0.1	0.5 $\pm$ 0.2	0.2 $\pm$ 0.4
Linfocitos ( $\times 10^3/\mu\text{L}_1$ ) 0.80-7.00	2.6 $\pm$ 0.7	2.4 $\pm$ 0.7	0.1 $\pm$ 0.2	2.5 $\pm$ 0.7	2.3 $\pm$ 0.6	0.0 $\pm$ 0.2

Los valores representan media  $\pm$  SD. \*Promedio de las diferencias en las mediciones iniciales y finales de cada grupo (n=22)

El resultado de las distribución posterior bayesiana, tabla 19, muestran una alta probabilidad de hallar diferencias en las mediciones de Leucocitos (99.98%) y Neutrófilos (99.76%), cuando se realiza baile y yoga en la misma sesión. Adicionalmente, se encontró que hay un 97.5% y un 97.1% de posibilidad de que las diferencias sean mayores cuando se realiza baile y yoga, a diferencia del grupo control. Por el contrario, según las regiones de credibilidad y la probabilidad posterior, para las variables Linfocitos y Monocitos, no hay alta evidencia de cambios entre grupos de las mediciones iniciales y las finales.

**Tabla 19.** Resultados de la distribución a posteriori para las diferencias de leucocitos en sangre.

		$E(\mu)$	RC (95%)		$P(H_a x)$
<b>Leucocitos</b>	<b>Grupo de intervención</b>	0.684	0.324	1.048	0.999
	<b>Grupo de control</b>	0.166	-0.192	0.523	0.821
	<b>Comparación de ambos grupos</b>	0.515	0.001	1.023	<b>0.975</b>
<b>Neutrófilos</b>	<b>Grupo de intervención</b>	0.518	0.174	0.865	0.998
	<b>Grupo de control</b>	0.024	-0.316	0.366	0.559
	<b>Comparación de ambos grupos</b>	0.491	-0.019	0.984	<b>0.971</b>
<b>Linfocitos</b>	<b>Grupo de intervención</b>	0.024	-0.131	0.179	0.623



<b>Monocitos</b>	<b>Grupo de control</b>	0.023	-0.316	0.366	0.559
	<b>Comparación de ambos grupos</b>	-0.002	-0.228	0.219	0.489
	<b>Grupo de intervención</b>	0.0033	-0.054	0.060	0.547
	<b>Grupo de control</b>	0.0036	-0.053	0.061	0.552
	<b>Comparación de ambos grupos</b>	-0.0001	-0.083	0.081	0.496

E: *Esperanza*; RC: *Rango Confianza*; P: *Probabilidad más probable*  $P(H_a|x) \gg 0.5$

#### 4.5.6 Discusión

Para evaluar el impacto del ejercicio combinado en el sistema inmune de individuos con estrés crónico, se analizaron muestras sanguíneas de 44 sujetos, entre 18 y 58 años, que se percibían estresados (promedio inicial >25 puntos en la PSS10), vinculados a la facultad de salud de una universidad pública. Se dividieron en dos grupos, uno “intervenido” con ejercicio físico aeróbico (baile) combinado con yoga, quienes realizaron tres sesiones por semana, durante una hora y media, y otro de “control” que no realizaban ningún tipo de ejercicio físico.

Al comparar los resultados del grupo intervenido y el grupo control, se encontró un cambio positivo en el grupo que realizó ejercicio, es decir, una disminución de los leucocitos en sangre, principalmente de neutrófilos, tabla 19, con lo cual se rechaza la hipótesis nula frente a la hipótesis alternativa, probabilidad  $P(H_a|x) \gg 0.5$ . El cambio positivo encontrado puede significar que la práctica de ejercicio físico regular puede atenuar la respuesta leucocitaria inducida por estrés crónico. Sin embargo, un estudio realizado en médicos residentes observó una disminución en la producción de leucocitos inducido por estrés, después de siete días de descanso de sus labores en cuidados intensivos, sin la práctica de ejercicio (Heidt et al., 2014a).

Se ha sugerido que los neutrófilos podrían contra-regular la respuesta inmune innata aguda al ejercicio extenuante, para evitar la inflamación excesiva. En particular, este mecanismo puede contribuir al cambio de un entorno proinflamatorio a uno anti-inflamatorio después del ejercicio agudo (Neubauer et al., 2013). En nuestro estudio, el recuento diferencial de leucocitos mostró mayor disminución en neutrófilos, sin cambios en los monocitos y linfocitos, ocho semanas post ejercicio, contrario a lo reportado por Heidt et al. (2014). Se reconoce el papel potencial de los neutrófilos en la regulación de la inflamación sistémica inicial y la homeostasis inmune en respuesta al ejercicio.

El estrés percibido también puede tener efecto sobre la respuesta del sistema inmune relacionada con un aumento en los niveles de leucocitos inflamatorios en humanos (Heidt T. et al., 2014; Dhabhar F.S., 2014). La evidencia de estudios en humanos sugiere que las citoquinas son sensibles al estrés psicológico; se han observado aumentos transitorios en la inflamación sistémica como respuesta al estrés agudo o crónico psicosocial, con respuestas más grandes entre las personas que reportan estados o condiciones psicosociales adversas como depresión o baja autoestima (Rohleder N., 2014). También se ha reportado niveles elevados de citoquinas proinflamatorias circulantes en personas con altos niveles de estrés percibido (Brydon L., et al., 2008), una situación que puede influir negativamente en la prognosis de enfermedades crónicas (Heidt et al. 2014; Dimsdale, J. E. 2008).

Los hallazgos de este estudio sugieren que el ejercicio puede ser un mecanismo con el cual pueden amortiguarse la respuesta inflamatoria al estrés crónico. Una mayor aptitud física se asocia con una menor respuesta de citoquinas inflamatorias al estrés (Dhabhar FS., 2014), esto puede ser uno de los factores por los que una buena aptitud física confiere protección contra las enfermedades crónicas (Hamer M., Steptoe A., 2006). Esto podría tener importantes implicaciones para comprender el efecto antiinflamatorio y promotor de la salud de la práctica de ejercicio físico moderado regular (Neubauer et al., 2013).

## 5 CONCLUSIONES

El nivel de percepción del estrés crónico hallado en esta muestra, antes de la intervención, (valor promedio >25 puntos) es considerado como alto en distintas investigaciones que utilizan la misma prueba (Hautala et al., 2010; Heidt et al., 2014b; Hynynen et al., 2011), situación que puede tener un gran impacto en la salud física y mental, y en ocasiones puede afectar la calidad de vida.

El protocolo de ejercicio aeróbico moderado combinado con yoga contribuyó de manera importante en la disminución de la percepción del estrés subjetivo en una población seleccionada por tamizaje del área de salud de una universidad pública. La práctica regular de ejercicio aeróbico y de yoga (3 veces/semana, intensidad moderada) puede proporcionar un amortiguador para los factores de estrés. Las actividades de este tipo deben ser propuestas con el objetivo de aprovechar sus propiedades moderadoras de la respuesta física y mental al estrés.

Aunque el estrés se asocia con la disminución de la VFC, los hallazgos reportados en este estudio no mostraron una disminución importante de los componentes de la VFC en reposo, examinada en personas adultas sanas que se perciben con estrés crónico. Con los resultados obtenidos, esta muestra de sujetos sanos con estrés aun presenta una adecuada respuesta coordinada del SNS y SNP a las demandas del ambiente.

En este estudio, se encontró alta probabilidad de hallar cambios en algunos parámetros de la VFC, mediadas tanto simpática como parasimpáticamente, mientras que otros parámetros no mejoraron. Hasta ahora, este es el primer estudio que examinó el efecto del yoga combinado con ejercicio aeróbico moderado (baile) sobre la VFC en sujetos sanos con estrés crónico percibido en Colombia. Sin embargo, basándonos en evidencias anteriores, asumimos que los hallazgos en este estudio permiten hacer un acercamiento sobre el efecto del ejercicio físico combinado con yoga como modulador del efecto del estrés, utilizando las medidas tradicionales de VFC. Sin embargo, los resultados sugieren cautela al sacar conclusiones basadas en el análisis a corto plazo de la VFC, con solo 8 semanas de intervención con ejercicio físico.

Otro factor importante para tener en cuenta es que aún no se han realizado investigaciones exhaustivas de todos los índices de VFC en grandes poblaciones normales y en población con estrés, algunos de los valores normales se han obtenido a partir de estudios que implicaron un número pequeño de sujetos. Por lo tanto, los valores deben considerarse como aproximados y no deben basarse en ellos conclusiones clínicas definitivas. El ajuste de los límites normales para la edad,

el sexo y el medio ambiente también presenta limitadas fuentes de datos (Nunan et al., 2010; Task Force, 1996). Sin duda, se necesitan más estudios con poblaciones de estudio más amplias, tanto en sujetos normales como en sujetos con estrés, y más estudios de seguimiento (Föhr et al., 2015).

Evaluar la CVRS puede contribuir a establecer nuevos modos de abordaje en el seguimiento de enfermedades y de intervenciones psicosociales. Por otra parte, es inevitable aceptar la dificultad de medir integralmente un fenómeno tan multicausal como es la autoevaluación de la percepción individual de la calidad de vida, tratando de generar una base empírica, que permita pasar de un discurso genérico a datos que provean evidencia científica de adecuada calidad (Peiró, 2000). El uso de la CVRS puede ser útil en la práctica clínica cotidiana, como indicador de la calidad de las intervenciones.

La evidencia actual apoya el aumento de los marcadores de inflamación sistémica entre las personas que experimentan estrés psicológico o social crónica (Rohleder N., 2014). Aunque la mayoría de los organismos son resistente al estrés, a menudo se requiere la exposición prolongada al estrés crónico para romper los sistemas fisiológicos; entre más se experimenta el estrés crónico, mayor será la posibilidad de estar bajo efectos perjudiciales para la salud. Las condiciones psicosociales que caen en el ámbito de estrés crónico parecen asociarse con la inflamación crónica de bajo grado, por lo tanto, esta se destaca como un proceso biológico prometedor para investigar la asociación entre el estrés y la enfermedad.

Cuando se realiza regularmente y con moderación, el ejercicio puede ser un factor importante para la mejoría del efecto deletéreo en la salud del estrés crónico debido al aumento de la carga alostática. En general, hay un número limitado de estudios que han utilizado el ejercicio aeróbico moderado combinado con yoga, en una misma sesión, para evaluar el efecto del estrés sobre la VFC, el sistema inmune y la calidad de vida, lo que genera dificultad al comparar los presentes hallazgos con los obtenidos en estudios que difieren en el tiempo, la frecuencia, la duración y la intensidad del ejercicio, condiciones que dificultan la interpretación de los resultados (Cheema et al., 2013; Jones et al., 2016). Las intervenciones con ejercicio a corto plazo, entre 8 y 12 semanas, en que los posibles cambios que se pueden encontrar en la capacidad física individual son usualmente modestos, sugiere que un corto período de entrenamiento puede no ser suficiente para inducir el tipo de adaptaciones fisiológicas de tipo crónico requeridas (M. Hamer, 2012).

Es importante entonces identificar el tipo, la intensidad, la duración y la frecuencia del ejercicio, y las condiciones en que deben ser realizados, con el fin de reducir efectivamente la carga generada por el estrés crónico en diferentes poblaciones,

teniendo en cuenta que los aspectos físicos y psicosociales del ejercicio se corresponden con factores como la aptitud, la capacidad, el temperamento y la personalidad del sujeto que lo realiza.

(Tovar, 2015). En el caso de esta investigación, el uso de este método permitió encontrar ciertas relaciones entre el estrés y las variables fisiológicas, dado la facilidad de poder usar al máximo los datos reportados. Es una alternativa confiable para realizar el análisis de datos de los proyectos de investigación en las diferentes áreas de la salud.

.

## 6 BIBLIOGRAFIA

1. Alderman, B. L., Arent, S. M., Landers, D. M., & Rogers, T. J. (2007). Aerobic exercise intensity and time of stressor administration influence cardiovascular responses to psychological stress. *Psychophysiology*, 44(5), 759-766.
2. American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
3. American Psychological Association APA (2012). Stress in America. Our health at risk. [En línea] Disponible en: <https://www.apa.org/news/press/releases/stress/2011/final-2011.pdf>
4. Anderson NB, Belar CD, Breckler, SJ., et al. Stress in America: Paying With Our Health [en línea] 2015. American psychological association [fecha de acceso 12 de octubre de 2015]; Disponible en: <http://www.apa.org/news/press/releases/stress/index.aspx>
5. Anderzén-Carlsson, A., Lundholm, U. P., Köhn, M., & Westerdahl, E. (2014). Medical yoga: Another way of being in the world—A phenomenological study from the perspective of persons suffering from stress-related symptoms. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, 9, 10.3402/qhw.v9.23033. <http://doi.org/10.3402/qhw.v9.23033>
6. Arnetz, B. B., & Ekman, R. (2006). Stress in health and disease.
7. Asamblea Mundial de la Salud, 66. (2013). Plan de acción integral sobre salud mental 2013-2020, 97. Retrieved from <http://www.who.int/iris/handle/10665/151028>
8. Babyak, M., Blumenthal, J. A., Herman, S., Khatri, P., Doraiswamy, M., Moore, K., ... & Krishnan, K. R. (2000). Exercise treatment for major depression: maintenance of therapeutic benefit at 10 months. *Psychosomatic medicine*, 62(5), 633-638.
9. Backé, E. M., Seidler, A., Latza, U., Rossnagel, K., & Schumann, B. (2012). The role of psychosocial stress at work for the development of cardiovascular diseases: a systematic review. *International archives of occupational and environmental health*, 85(1), 67-79.
10. Bagri, D. R., Gupta, A., Dube, A., & Gupta, R. K. (2016). Assessment Of Examination Stress And HRV in Adolescents, 7(4), 1–8.
11. Batista, J. C., Souza, A. L., Ferreira, H. A., Canova, F., & Grassi-Kassisse, D. M. (2015). Acute and chronic effects of tantric yoga practice on distress index. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 21(11), 681-685
12. Blumenthal, J. A. (2011). New Frontiers in Cardiovascular Behavioral Medicine: Comparative Effectiveness of Exercise and Medication in the Treatment of Depression. *Cleveland Clinic journal of medicine*, 78(0 1), S35.
13. Blumenthal, J. A., Sherwood, A., Babyak, M. A., Watkins, L. L., Waugh, R., Georgiades, A., ... & Hinderliter, A. (2005). Effects of exercise and stress management training on markers of cardiovascular risk in patients with ischemic heart disease: a randomized controlled trial. *Jama*, 293(13), 1626-1634.
14. Borchini, R., Ferrario, M. M., Bertù, L., Veronesi, G., Bonzini, M., Dorso, M., & Cesana, G. (2014). Prolonged job strain reduces time-domain heart rate variability on both working and resting days among cardiovascular-susceptible nurses. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 28(10800), 42–51.
15. Brydon, L., Wright, C. E., O'Donnell, K., Zachary, I., Wardle, J., & Steptoe, A. (2008). Stress-induced cytokine responses and central adiposity in young women. *International Journal of Obesity*, 32(3), 443-450.

16. Campo-Arias, A., Bustos-Leiton, G. J., & Romero-Chaparro, A. (2009). Consistência interna e dimensionalidade da Escala de Estresse Percebida (EEP-10 EEP-14) em uma amostra de universitários em Bogotá, Colômbia. *Aquichan*, 9(3), 271-280.
17. Cannon, W. B. (1932). The wisdom of the body.
18. Cheema, B. S., Houridis, A., Busch, L., Raschke-Cheema, V., Melville, G. W., Marshall, P. W., ... Colagiuri, B. (2013). Effect of an office worksite-based yoga program on heart rate variability: outcomes of a randomized controlled trial. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13, 82.
19. Chovatiya, R., & Medzhitov, R. (2014). Stress, inflammation, and defense of homeostasis. *Molecular cell*, 54(2), 281-288.
20. Chu, I.-H., Lin, Y.-J., Wu, W.-L., Chang, Y.-K., & Lin, I.-M. (2015). Effects of yoga on heart rate variability and mood in women: A randomized controlled trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 21(12), 789–795.
21. Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A global measure of perceived stress. *Journal of health and social behavior*, 385-396.
22. Cohen, S., Kessler, R. C., & Gordon, L. U. (Eds.). (1997). *Measuring stress: A guide for health and social scientists*. Oxford University Press.
23. Costin, A., Costin, N., Cohen, P., Eisenach, C., & Marchlinski, F. (2013). Effect of exercise on heart-rate response to mental stress in teenagers. *European journal of preventive cardiology*, 20(4), 593-596.
24. Cozzo, G., & Reich, M. (2016). Estrés percibido y calidad de vida relacionada con la salud en personal sanitario asistencial. *Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*.
25. Cramer, H., Lauche, R., Haller, H., Steckhan, N., Michalsen, A., & Dobos, G. (2014). Effects of yoga on cardiovascular disease risk factors: a systematic review and meta-analysis. *International journal of cardiology*, 173(2), 170-183.
26. Crews, D. J., & Landers, D. M. (1987). A meta-analytic review of aerobic fitness and reactivity to psychosocial stressors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
27. Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores. [En Línea] Bogotá, 2012. [Fecha de acceso 28 de Enero de 2015] Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/planificacion/fortalecimiento/cuadernillo/Guia\\_construccion\\_interpretacion\\_indicadores.pdf](https://www.dane.gov.co/files/planificacion/fortalecimiento/cuadernillo/Guia_construccion_interpretacion_indicadores.pdf)
28. Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Manual de Indicadores. [En línea] Bogotá, 2008 [Fecha de acceso 28 de Enero de 2015] Disponible en: <http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/portal/sites/default/files/9.%20Manual%20de%20indicadores.pdf>
29. Dhabhar, F. S. (2014). Effects of stress on immune function: the good, the bad, and the beautiful. *Immunologic research*, 58(2-3), 193-210.
30. Dhabhar, F. S., & McEwen, B. S. (1997). Acute stress enhances while chronic stress suppresses cell-mediated immunity in vivo: A potential role for leukocyte trafficking. *Brain, behavior, and immunity*, 11(4), 286-306.
31. Dimsdale, J. E. (2008). Psychological stress and cardiovascular disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 51(13), 1237-1246.

32. Everly Jr, G. S., & Lating, J. M. (2012). *A clinical guide to the treatment of the human stress response*. Springer Science & Business Media.
33. Fernández, G., Fernández, -Mayoralas, & Pérez, F. R. (2005). Calidad de vida y salud: planteamientos conceptuales y métodos de investigación. *Territoris*, 5, 117–135.
34. Föhr, T., Pietilä, J., Helander, E., Myllymäki, T., Lindholm, H., Rusko, H., & Kujala, U. M. (2016). Physical activity, body mass index and heart rate variability-based stress and recovery in 16 275 Finnish employees: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 16, 1–13.
35. Föhr, T., Tolvanen, A., Myllymäki, T., JärveläReijonen, E., Rantala, S., Korpela, R., ... Litschmannova, M. (2015). Subjective stress, objective heart rate variabilitybased stress, and recovery on workdays among overweight and psychologically distressed individuals: a crosssectional study. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 2015 10:1, 10(1), 533.
36. Gallo, J. A., Farbiarz, J., & Álvarez, D. L. (1999). Análisis espectral de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, 12, 61–71.
37. Gaviri, A., Vinaccia, E., Riveros, M., & Quiceno, J. (2007). Calidad de vida relacionada con la salud , afrontamiento del estrés y emociones negativas en pacientes con cáncer en tratamiento quimioterapéutico. *Psicología Desde El Caribe*, 20, 50–75.
38. Gold, P. W. (2014). The organization of the stress system and its dysregulation in depressive illness. *Molecular Psychiatry*, 20(October 2014), 1–16
39. Greca, A. A. (2005). La regulación psiconeuroendocrina de la respuesta inmunológica, 47–52
40. Hamer, M. (2012). Psychosocial Stress and Cardiovascular Disease Risk: The Role of Physical Activity. *Psychosomatic Medicine*, 74(9), 896–903
41. Hamer, M., & Steptoe, A. (2007). Association between physical fitness, parasympathetic control, and proinflammatory responses to mental stress. *Psychosomatic medicine*, 69(7), 660-666.
42. Hartfiel, N., Burton, C., Rycroft-Malone, J., Clarke, G., Havenhand, J., Khalsa, S. B., & Edwards, R. T. (2012). Yoga for reducing perceived stress and back pain at work. *Occupational medicine*, 62(8), 606-612.
43. Hautala, A. J., Karjalainen, J., Kiviniemi, A. M., Kinnunen, H., Mäkikallio, T. H., Huikuri, H. V., & Tulppo, M. P. (2010). Physical activity and heart rate variability measured simultaneously during waking hours. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 298(3), H874-H880.
44. Health, N. W. J. F. H. S. of P. (n.d.). The Burden of Stress in America.
45. Hegde, S. V., Adhikari, P., Kotian, S., Pinto, V. J., D'Souza, S., & D'Souza, V. (2011). Effect of 3-Month Yoga on Oxidative Stress in Type 2 Diabetes With or Without Complications A controlled clinical trial. *Diabetes care*, 34(10), 2208-2210.
46. Heidt, T., Sager, H. B., Courties, G., Dutta, P., Iwamoto, Y., Zaltsman, A., ... & Nahrendorf, M. (2014). Chronic variable stress activates hematopoietic stem cells. *Nature medicine*, 20(7), 754-758.
47. Hollon, N. G., Burgeno, L. M., & Phillips, P. E. M. (2015). Stress effects on the neural substrates of motivated behavior. *Nature Neuroscience*, 18(10), 1405–1412.
48. Huang, C. J., Webb, H. E., Zourdos, M. C., & Acevedo, E. O. (2013). Cardiovascular reactivity, stress, and physical activity. *Frontiers in physiology*, 4.
49. Hynynen, E., Konttinen, N., Kinnunen, U., Kyröläinen, H., & Rusko, H. (2011). The incidence of stress symptoms and heart rate variability during sleep and orthostatic test. *European Journal of Applied Physiology*, 111(5), 733–741.



50. Instituto Nacional de Salud. (2013). Enfermedad cardiovascular : principal causa de muerte en Colombia. Boletín ONS, (1), 1–6. Retrieved from [http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/ons/boletin 1/boletin\\_web ONS/boletin\\_01\\_ONS.pdf](http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/ons/boletin%201/boletin_web_ONS/boletin_01_ONS.pdf)
51. Iyengar, B. K. S. (1976). *BKS Iyengar yoga: Light on Yoga*. New York.
52. Joachim Taelman, S. Vandepuut, A. Spaepen, S. V. H. (2008). Influence of Mental Stress on Heart Rate and Heart Rate Variability. 4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, 1366–1369.
53. Jones, S. M. W., Guthrie, K. A., Reed, S. D., Landis, C. A., Sternfeld, B., LaCroix, A. Z., ... Newton, K. M. (2016). A yoga & exercise randomized controlled trial for vasomotor symptoms: Effects on heart rate variability. *Complementary Therapies in Medicine*, 26, 66–71.
54. Kim, H. S., & Yosipovitch, G. (2013). An aberrant parasympathetic response: A new perspective linking chronic stress and itch. *Experimental Dermatology*, 22(4), 239–244.
55. Kim, T. K., & Han, P. L. (2016). Chronic stress and moderate physical exercise prompt widespread common activation and limited differential activation in specific brain regions. *Neurochemistry International*, 99, 252–261.
56. Kleiger, R. E., Stein, P. K., & Bigger, J. T. (2005). Heart rate variability: measurement and clinical utility. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 10(1), 88–101.
57. Korte, S. M., Koolhaas, J. M., Wingfield, J. C., & McEwen, B. S. (2005). The Darwinian concept of stress: Benefits of allostasis and costs of allostatic load and the trade-offs in health and disease. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29(1 SPEC. ISS.), 3–38.
58. Kuper, H., Singh-Manoux, A., Siegrist, J., & Marmot, M. (2002). When reciprocity fails: effort–reward imbalance in relation to coronary heart disease and health functioning within the Whitehall II study. *Occupational and environmental medicine*, 59(11), 777–784.
59. Lawlor, D. A., & Hopker, S. W. (2001). The effectiveness of exercise as an intervention in the management of depression: systematic review and meta-regression analysis of randomised controlled trials. *Bmj*, 322(7289), 763.
60. Lazarus, R. S., & Launier, R. (1978). Stress-related transactions between person and environment. In *Perspectives in interactional psychology* (pp. 287–327). Springer US.
61. Li, A. W., & Goldsmith, C.-A. W. (2012). The effects of yoga on anxiety and stress. *Alternative Medicine Review*, 17(1), 21–35.
62. Lindahl, E., Tilton, K., Eickholt, N., & Ferguson-Stegall, L. (2016). Yoga reduces perceived stress and exhaustion levels in healthy elderly individuals. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 24, 50–56.
63. Manlio, C., García, D., Antich, F. C., & Reyes, A. P. (2008). Efecto de la edad sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca en individuos sanos. *Rev Cubana Invest Bioméd*, 27, 1–8.
64. Martí, C., Santos, A., Ybarra, J., Martínez, M. A., Resmini, E., Roig, O., & Webb, S. M. (2009). Calidad de vida relacionada con la salud, su lugar en la práctica clínica: lo subjetivo en la evidencia, 56(6).
65. Martínez, J., & Calvo, A. (2014). Calidad de vida percibida y su relación con la práctica de actividad física en el ámbito laboral . Un estudio piloto. *Retos: Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte Y Recreación.*, 25, 53–57
66. Mathers, C. D., & Loncar, D. (2006). Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030. *Plos med*, 3(11), e442.
67. McVicar, A., Ravalier, J. M., & Greenwood, C. (2014). Biology of stress revisited: Intracellular mechanisms and the conceptualization of stress. *Stress and Health*, 30(4), 272–279.

68. Medicore. (2010). Heart Rate Variability Analysis System. Retrieved from [http://medicore.com/download/HRV\\_clinical\\_manual\\_ver3.0.pdf](http://medicore.com/download/HRV_clinical_manual_ver3.0.pdf)
69. Mejía, F. M. (2011). Efectos de la danza terapéutica en el control del estrés laboral en adultos entre 25 y 50 años. *Revista Hacia la Promoción de la Salud*, 16(1), 156-174.
70. Ministerio de la Protección Social y Fundación FES Social. Estudio Nacional de Salud Mental Colombia [en línea] 2005 [fecha de acceso 12 de octubre de 2015] Disponible en: [http://onsm.ces.edu.co/uploads/files/1243030\\_EstudioNacionalSM2003.pdf](http://onsm.ces.edu.co/uploads/files/1243030_EstudioNacionalSM2003.pdf).
71. MINSALUD, M. de S. y P. S. (2015). Encuesta Nacional de Salud Mental 2015. Tomo I.
72. Mucio-ramírez, J. S. (2007). De Los P Éptidos O Pioides \*, 26(4), 121–128
73. Murray, C. J., & Lopez, A. D. (1997). Alternative projections of mortality and disability by cause 1990–2020: Global Burden of Disease Study. *The Lancet*, 349(9064), 1498-1504.
74. Neubauer, O., Sabapathy, S., Lazarus, R., Jowett, J. B. M., Desbrow, B., Peake, J. M., ... Bulmer, A. C. (2013). Transcriptome analysis of neutrophils after endurance exercise reveals novel signaling mechanisms in the immune response to physiological stress. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 114(12), 1677–1688.
75. Nguyen-Michel, S. T., Unger, J. B., Hamilton, J., & Spruijt-Metz, D. (2006). Associations between physical activity and perceived stress/hassles in college students. *Stress and Health*, 22(3), 179–188.
76. NPR/Robert Wood Johnson Foundation/ Harvard School of Public Health. The burden of stress in America [en línea] 2014 [fecha de acceso 12 de octubre de 2015]; Disponible en: [http://media.npr.org/documents/2014/july/npr\\_rwj\\_harvard\\_stress\\_poll.pdf](http://media.npr.org/documents/2014/july/npr_rwj_harvard_stress_poll.pdf)
77. Nunan, D., Sandercock, G. R. H., & Brodie, D. A. (2010). A quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults. *PACE - Pacing and Clinical Electrophysiology*, 33(11), 1407–1417.
78. Orsila, R., Virtanen, M., Luukkaala, T., Tarvainen, M., Karjalainen, P., Viik, J., ... Nygård, C. H. (2008). Perceived mental stress and reactions in heart rate variability - A pilot study among employees of an electronics company. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 14(3), 275–283.
79. Ortiz Z., Esandi M.E., Bortman M. Módulo 2 de epidemiología básica y vigilancia en salud. [En línea] ed. 2. Buenos aires, VIGI+A. 2004 [fecha de acceso 27 de octubre de 2014] 49 (25). Disponible en: <http://www.msal.gov.ar/.../epidemiologia-basica-y-vigilancia-modulo-3.pdf>
80. Peiró, S. (2000). La medida de la calidad de vida relacionada con la salud en la investigación y la práctica clínica. *Gac Sanit*, 14(2), 163–167.
81. Posada, J. A., Buitrago, J. P., Medina, Y., & Rodríguez, M. (2006). Trastornos de ansiedad según distribución por edad , género , variaciones por regiones , edad de aparición , uso de servicios , estado civil y funcionamiento / discapacidad según el Estudio Nacional de Salud Mental-Colombia. Nova Publicacion Científica, 33–41.
82. Posada-Villa, J., Buitrago-Bonilla, J., Medina-Barreto, Y., & Rodríguez-Ospina, M. (2006). Trastornos de ansiedad según distribución por edad , género , variaciones por regiones , edad de aparición , uso de servicios , estado civil y funcionamiento/discapacidad según el Estudio Nacional de Salud Mental-Colombia. *Nova*, 4(6).
83. Posadzki, P., Kuzdzal, A., Lee, M. S., & Ernst, E. (2015). Yoga for Heart Rate Variability: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 40(3), 239–49.
84. Pulido, J. A. F. (2009). Yoga, cuerpo e imagen: espiritualidad y bienestar, de la terapia a la publicidad. *universitas humanística*, (68), 33-47.

85. Pumpila, J., Howorka, K., Groves, D., Chester, M., & Nolan, J. (2002). Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *International journal of cardiology*, 84(1), 1-14.
86. Tovar Cuevas, J. R. (2015). Inferencia Bayesiana e Investigación en salud: un caso de aplicación en diagnóstico clínico. *Revista Médica de Risaralda*, 21(1), 9-16.
87. Reed, J., & Ones, D. S. (2006). The effect of acute aerobic exercise on positive activated affect: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(5), 477-514.
88. Remor, E. (2006). Psychometric properties of a European Spanish version of the Perceived Stress Scale (PSS). *The Spanish journal of psychology*, 9(01), 86-93.
89. Richardson, S., Shaffer, J. A., Falzon, L., Krupka, D., Davidson, K. W., & Edmondson, D. (2012). Meta-analysis of perceived stress and its association with incident coronary heart disease. *The American journal of cardiology*, 110(12), 1711-1716.
90. Rodast, C., Ramos, J., & Ortís, L. C. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardiaca: conceptos, medidas y relación con aspectos clínicos (parte II). *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, (124), 119-127.
91. Rohleder, N. (2014). Stimulation of systemic low-grade inflammation by psychosocial stress. *Psychosomatic medicine*, 76(3), 181-189.
92. Ross, A., & Thomas, S. (2010). The health benefits of yoga and exercise: a review of comparison studies. *The journal of alternative and complementary medicine*, 16(1), 3-12.
93. Rout, U. R., & Rout, J. K. (Eds.). (2007). *Stress management for primary health care professionals*. Springer Science & Business Media.
94. Rozanski, A., Blumenthal, J. A., & Kaplan, J. (1999). Impact of psychological factors on the pathogenesis of cardiovascular disease and implications for therapy. *Circulation*, 99(16), 2192-2217.
95. Ruiz, M. A., & Pardo, A. (2005). Calidad de vida relacionada con la salud: definición y utilización en la práctica médica. *PharmacoEconomics Spanish Research Articles*, 2(1), 31-43.
96. Salgado-Madrid, M., Mo-Carrascal, J., & Monterrosa-Castro, Á. (2013). Escalas para estudiar percepción de estrés psicológico en el climaterio. *Revista Ciencias Biomedicas*, 4(2), 318-326.
97. Sánchez, P. T., Pérez, R. S., Peiró, G., & C. (2008). Estrés, depresión, inflamación y dolor. *Reme*, 11(28), 1-18.
98. Satyapriya, M., Nagendra, H. R., Nagarathna, R., & Padmalatha, V. (2009). Effect of integrated yoga on stress and heart rate variability in pregnant women. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 104(3), 218-222.
99. Saul, J. P. (1990). Beat-to-Beat Variations of Heart-Rate Reflect Modulation of Cardiac Autonomic Outflow. *News in Physiological Sciences*, 5(February), 32-37.
100. Schwartzmann, L. (2003). Calidad de vida relacionada con la salud: Aspectos conceptuales. *Ciencia Y Enfermería*, 9(2), 9-21.
101. Selye, H. (2013). *Stress in health and disease*. Butterworth-Heinemann.
102. Sharma, M. (2013). Yoga as an alternative and complementary approach for stress management a systematic review. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, 2156587213503344.
103. Smith, C., Hancock, H., Blake-Mortimer, J., & Eckert, K. (2007). A randomised comparative trial of yoga and relaxation to reduce stress and anxiety. *Complementary therapies in medicine*, 15(2), 77-83.

104. Smyth, J., Zawadzki, M., & Gerin, W. (2013). Stress and disease: A structural and functional analysis. *Social and Personality Psychology Compass*, 7(4), 217–227. <https://doi.org/10.1111/spc3.12020>
105. Sotelo, O. (2000). Variabilidad de la frecuencia cardíaca en individuos sanos costarricenses, 2, 1–8.
106. Spiegelhalter, D., Thomas, A., Best, N., Gilks, W., & Lunn, D. (1994). BUGS: Bayesian inference using Gibbs sampling. MRC Biostatistics Unit, Cambridge, England. URL: <http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs>, 21, 27. Stults-Kolehmainen, M. A., & Sinha, R. (2014). The effects of stress on physical activity and exercise. *Sports Medicine* (Vol. 44).
107. Task Force. (1996). Guidelines Heart rate variability. *European Heart Journal*, 17, 354–381.
108. Thayer, J. F., ?hs, F., Fredrikson, M., Sollers, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747–756.
109. Tonello, L., Rodrigues, F. B., Souza, J. W., Campbell, C. S., Leicht, A. S., & Boullosa, D. A. (2014). The role of physical activity and heart rate variability for the control of work related stress. *Frontiers in physiology*, 5.
110. Torres Yolanda, Posada Jose, Mejia Roberto, Bareño Jose, Sierra Gloria, Montoya Liliana, A. A. (2013). Primer Estudio Poblacional de salud Mental, Medellín, 2011- 2012. *Revista Ces de Medicina*.
111. Urzúa M, A. (2010). Calidad de vida relacionada con la salud: Elementos conceptuales. *Revista Médica de Chile*, 138(3), 358–365.
112. Vahtera, J., Kivimäki, M., Pentti, J., Linna, A., Virtanen, M., Virtanen, P., & Ferrie, J. E. (2004). Organisational downsizing, sickness absence, and mortality: 10-town prospective cohort study. *Bmj*, 328(7439), 555.
113. Vilagut, G., Forero, C. G., Pinto-Meza, A., Haro, J. M., De Graaf, R., Bruffaerts, R., ... Alonso, J. (2013). The mental component of the short-form 12 health survey (SF-12) as a measure of depressive disorders in the general population: Results with three alternative scoring methods. *Value in Health*, 16(4), 564–573.
114. Villa, J. P., & Gomez, L. F. (2003). Estudio Nacional de Salud Mental Colombia 2003.
115. Vinaccia, S., & Quiceno, J. (2012). Calidad de vida relacionada con la salud y enfermedad crónica: estudios colombianos. *Psychologia: avances de la disciplina*, 6(1), 123.
116. Virtanen, R., Jula, a, Kuusela, T., Helenius, H., & Voipio-Pulkki, L.-M. (2003). Reduced heart rate variability in hypertension: associations with lifestyle factors and plasma renin activity. *Journal of Human Hypertension*, 17(3), 171–179.
117. Von Känel, R. (2012). Psychosocial stress and cardiovascular risk: current opinion. *Swiss Med Wkly*, 142(0).
118. Walker, A. J., Kim, Y., Price, J. B., Kale, R. P., McGillivray, J. A., Berk, M., & Tye, S. J. (2014). Stress, inflammation, and cellular vulnerability during early stages of affective disorders: biomarker strategies and opportunities for prevention and intervention. *Frontiers in psychiatry*, 5.
119. Weippert, M., Behrens, K., Rieger, A., Kumar, M., & Behrens, M. (2015). Effects of breathing patterns and light exercise on linear and nonlinear heart rate variability. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(8), 762–8.

120. Whelton, S. P., Chin, A., Xin, X., & He, J. (2002). Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Annals of internal medicine*, 136(7), 493-503.
121. Whoqol Group. (1995). The World Health Organization Quality of Life assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization. *Social Science & Medicine*, 41(10), 1403–1409.
122. World Health Organization WHO (2013). Global Action Plan for the Prevention and Control of Non Communicable Diseases 2013–2020. [En línea] Geneva, Switzerland: WHO Press, World Health Organization; [Fecha de acceso 27 de octubre de 2015]. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/94384/1/9789241506236\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/94384/1/9789241506236_eng.pdf?ua=1).
123. World Health Organization WHO. (2002). Informe sobre la salud en el mundo. Reducir los riesgos y promover una vida sana. [En línea] [Fecha de acceso 27 de octubre de 2015] Disponible en: <http://www.who.int/whr/2002/es/>
124. Yusuf, S., Hawken, S., Ôunpuu, S., Dans, T., Avezum, A., Lanas, F., INTERHEART Study Investigators. (2004). Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *The Lancet*, 364(9438), 937-952.

## ANEXO 1. FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

### 1. INFORMACIÓN DEL ESTUDIO

A través de la encuesta de percepción y de la evaluación de los criterios de inclusión **usted está siendo invitado** para participar en este **estudio de investigación** cuyo objetivo es determinar si el entrenamiento aeróbico y el yoga producen cambios en el organismo, específicamente en la variabilidad cardiaca (VC) y la respuesta inmune (SI) y la calidad de vida. Los resultados obtenidos con esta investigación serán expuestos en un documento que será publicado como Proyecto de Investigación de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, que se titula “Efecto de un programa de ejercicio aeróbico combinado con yoga en el comportamiento de algunas variables del estrés crónico”, en el que participaran aproximadamente 30 personas.

### ¿Cómo es mi participación en el estudio?

- Una vez seleccionado a este estudio, usted debe leer y aprobar su participación por medio de este documento que se denomina consentimiento informado.
- Si acepta participar, a usted se le realizarán varias encuestas que incluyen preguntas relacionadas con su percepción de estrés, su salud y con su calidad de vida. Cada una de estas pruebas durarán aproximadamente 15 minutos y serán realizadas por una fisioterapeuta.
- Al mismo tiempo, se le realizará un examen médico general que durará aproximadamente 20 minutos y un electrocardiograma (15 minutos), a cargo de un médico deportólogo y una fisioterapeuta. Se tomará una muestra sanguínea (10 minutos) a cargo de un laboratorista especializado. Todas las pruebas y las encuestas se repetirán al final del estudio por el mismo personal.
- Todas estas pruebas serán registradas y tomadas en el laboratorio de Fisiología del ejercicio del departamento de ciencias fisiológicas de la facultad de salud, ubicado en el tercer piso del edificio 116 de la sede san Fernando de la Universidad del Valle.
- Los datos y/o la información recolectada podrían ser utilizados nuevamente en estudios similares futuros, previa aprobación del Comité de Ética de la Universidad del Valle.
- La participación en el programa de ejercicio y yoga consiste en asistir tres veces a la semana a las sesiones que incluyen 60 minutos de Aerorumba, y 30 minutos de yoga, durante dos meses. Estas actividades consisten en bailar diferentes ritmos, y en un segundo tiempo, realizar posturas corporales de bajo impacto y ejercicios de respiración desde los lineamientos del Yoga.
- La responsabilidad adquirida una vez se acepte la participación es cumplir con el tiempo y las actividades desarrolladas en las sesiones, las cuales son importantes para que se puedan generar las adaptaciones que se esperan con esta intervención.
- Su participación en el estudio culminaría si en algún momento no puede continuar por decisión propia, o porque excede el límite de inasistencia establecido por el grupo investigador
- Su participación en el estudio también puede culminar si se presenta alguno de los siguientes criterios de exclusión:
  - Alteraciones fisiopatológicas que impidan el desarrollo de la actividad física
  - Enfermedades crónicas como Hipertensión, diabetes, desordenes endocrinos, enfermedades neurológicas u otras.
  - Índice de Masa corporal  $<16$  o  $>30$  (Organización Mundial de Salud).
  - Inicio del hábito de fumar o de la ingestión de alcohol o de alguna medicación como: antihipertensivos, antiarrítmicos, neurolépticos, o antidepresivos.

### ¿Cuáles son los riesgos y beneficios del tratamiento o de los procedimientos?

Esta investigación se clasifica con riesgo mínimo porque es una intervención de intensidad moderada que se realizara en personas saludables, a las cuales se les realizara un examen médico antes de iniciar, sin embargo, dado que son personas que no practican actividad física regular pueden tener



el riesgo de presentar cambios como fatiga aguda, dolor muscular (contracturas), dolor articular y palpaciones fuertes. Estas situaciones deberán presentarse con baja frecuencia porque la intensidad de la intervención no es alta y se ira realizando en forma incremental, además, las sesiones de ejercicio serán dirigidas por profesionales del deporte, quienes suspenderán la actividad en el individuo que presente algún cambio que así lo amerite.

En caso de presentarse alguna alteración durante o después de la intervención con ejercicio o con el Yoga que requiera de evaluación médica, usted debe contactar el servicio de salud al cual se encuentre afiliado, puesto que no sería asumido por las investigadoras del estudio.

Su participación en el estudio le permitirá tener evaluación médica antes y al finalizar la totalidad de las intervenciones, además, podrá conocer los efectos de la intervención al final de ésta, y lo más importante es que tendrá la oportunidad de conocer algunas estrategias de ejercicio que realizadas cotidianamente podrían producir cambios en su calidad de vida. Vale la pena sin embargo aclarar que por ser esta una actividad de investigación con carácter académico, usted no recibirá ninguna compensación económica por participar en este estudio, pero la comunidad científica agradecerá su participación por el conocimiento científico que se generara y beneficiará en el futuro a otras personas.

#### **¿Qué costos tienen mi participación en el estudio?**

Su participación en este estudio es absolutamente voluntaria y no tendrá ningún costo. Todas las pruebas físicas y las valoraciones que se le realicen serán pagadas con recursos propios del estudio.

#### **Confidencialidad**

La información generada por este estudio es estrictamente confidencial, se mantendrá su privacidad y no será identificado en ninguna publicación. Su historia clínica y datos personales podrá ser revisada con fines de garantizar la veracidad de la información sólo por personal autorizado para tal fin. Si llegase a tener alguna duda podrá contactar a:

- Al Comité Institucional de Revisión de Ética Humana de la Universidad del Valle al teléfono: 572 5185677 Fax: 572 5185684

Usted recibirá una copia del presente consentimiento informado.

### **CONSENTIMIENTO**

#### **2. DECLARACIÓN DEL PARTICIPANTE**

- 2.1 Se me ha informado que el procedimiento será realizado por la investigadora estudiante de posgrado de la Maestría en Ciencias Básicas de la Universidad del Valle: Lorena Obregón, con la asesoría de la Docente Blanca Salazar.
- 2.2 Se me ha explicado y he entendido la naturaleza y propósito del procedimiento que me realizaran, el cual consistirá en realizar unas sesiones de ejercicio de una hora y media. Así mismo, comprendo los riesgos y complicaciones más importantes del mismo que son: fatiga aguda, dolor muscular (contracturas), dolor articular y palpaciones fuertes.
- 2.3 Se me ha informado que durante la realización del estudio se me realizarán pruebas médicas y psicológicas que serán realizadas por profesionales calificados, y que se contará con los elementos necesarios para cualquier emergencia.
- 2.4 Se me han aclarado todas las dudas con respecto al procedimiento a realizar. En caso de tener alguna inquietud acerca del estudio o desee información, puedo comunicarme con las investigadoras encargadas del mismo





Efecto de un programa de Ejercicio Aeróbico combinado con Yoga en el Comportamiento e algunas variables del Estrés Crónico.

- 2.5 Comprendo la naturaleza de mi condición de Salud.
- 2.6 Se me ha informado que en cualquier momento puedo dejar de participar en la realización de este estudio.
- 2.7 Se me ha informado que mi identidad no será revelada al publicar o dar a conocer los resultados del estudio en que estoy participando.
- 2.8 Se me ha informado que los datos y/o la información recolectada puede ser utilizada en estudios similares futuros, previa aprobación del Comité de Ética de la Universidad del Valle.
- 2.9 Se me ha informado que los resultados de dicho procedimiento serán expuestos en un estudio que será publicado como trabajo de investigación de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, Así mismo se me informara acerca de los resultados obtenidos.

**Declaro que soy mayor de edad y me encuentro el pleno uso de mis capacidades mentales y no actué bajo presión de ninguna índole. Autorizo al investigador y a los asistentes para desarrollar el procedimiento descrito arriba y todos los procedimientos complementarios que sean necesarios y exonero de cualquier responsabilidad a los investigadores, a la universidad del Valle y a la institución de salud donde laboro en caso de presentarse complicaciones derivadas de mi actual estado de salud o por razón de los procedimientos realizados.**

**He leído este consentimiento y he recibido una copia del mismo. Estoy de acuerdo en este estudio. Como prueba de lo anterior firmo en conformidad.**

Nombre del Participante _____	Documento de Identidad _____
Firma del Participante _____	Fecha _____
Documento de Identidad _____	Dirección _____
Fecha _____	Teléfono del Testigo 1 _____
Dirección _____	
Teléfono del participante _____	Nombre del Testigo 2 _____
	Firma del Testigo 2 _____
Nombre del Testigo 1 _____	Documento de Identidad _____
Firma del Testigo 1 _____	Fecha _____
	Dirección _____
	Teléfono del Testigo 2 _____

*Declaro que se me respeten las siguientes condiciones (si no hay escriba ninguna)*

---

### 3. DECLARACIÓN DE LOS INVESTIGADORES.

Hemos informado acerca del propósito y naturaleza del procedimiento descrito anteriormente, de sus posibles riesgos y la utilización de los resultados del mismo.

Nombre del Investigador	Firma del Investigador	Documento de Identidad
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Fecha \_\_\_\_\_



## ANEXO 2. ESCALA DE ESTRÉS PERCIBIDO PSS 10

CODIGO INTERNO \_\_\_\_\_ EDAD \_\_\_\_\_ GENERO \_\_\_\_\_

PUNTAJE (entre 0-40) \_\_\_\_\_

ESCALA DE ESTRÉS PERCIBIDO						
PSS10	EN EL ÚLTIMO MES	Nunca	Casi nunca	De vez en cuando	A menudo	Muy a menudo
1	¿Con qué frecuencia ha estado afectado por algo que ha ocurrido inesperadamente?	0	1	2	3	4
2	¿Con qué frecuencia se ha sentido incapaz de controlar las cosas importantes en su vida?	0	1	2	3	4
3	¿Con qué frecuencia se ha sentido nervioso o estresado?	0	1	2	3	4
4	¿Con qué frecuencia ha estado seguro sobre su capacidad para manejar sus problemas personales?	4	3	2	1	0
5	¿Con qué frecuencia ha sentido que las cosas le van bien?	4	3	2	1	0
6	¿Con qué frecuencia ha sentido que no podía afrontar todas las cosas que tenía que hacer?	0	1	2	3	4
7	¿Con qué frecuencia ha podido controlar las dificultades de su vida?	4	3	2	1	0
8	¿Con qué frecuencia se ha sentido que tenía todo bajo control?	4	3	2	1	0
9	¿Con qué frecuencia ha estado enfadado porque las cosas que le han ocurrido estaban fuera de su control?	0	1	2	3	4
10	¿Con qué frecuencia ha sentido que las dificultades se acumulan tanto que no puede superarlas?	0	1	2	3	4

*Nota: Entre mayor puntaje, mayor es el estrés percibido*

Fuente: Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A global measure of perceived stress. Journal of



### ANEXO 3. FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### FORMATO DE INFORMACIÓN Y EVALUACION INICIAL

##### Caracterización de sociodemográfica y clínica

Código interno: \_\_\_\_\_

EPS: \_\_\_\_\_

Fecha de diligenciamiento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

Sesión: Hora inicio \_\_\_\_\_ hora final \_\_\_\_\_

Pausas: #, Hora, duración: \_\_\_\_ \_\_\_\_ \_\_\_\_

#### A. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

A1. Edad: \_\_\_\_ años.

A2. Sexo: 1) Hombre \_\_\_\_ 2) Mujer \_\_\_\_

A4. Estado civil: \_\_\_\_\_

A7. Profesión / Ocupación: \_\_\_\_\_

A8. Número de hijos: \_\_\_\_\_

#### B. ANTECEDENTES PERSONALES

##### Patológicos

B1. Enfermedades Metabólicas: 1) Si \_\_\_\_ 2) No \_\_\_\_; Cual \_\_\_\_\_

B2. Enfermedades Cardiovasculares: 1) Si \_\_\_\_ 2) No \_\_\_\_; Cual \_\_\_\_\_

B3. Enfermedad Endocrina: 1) Si \_\_\_\_ 2) No \_\_\_\_; Cual \_\_\_\_\_

B4. Enfermedad Neurológica: 1) Si \_\_\_\_ 2) No \_\_\_\_; Cual \_\_\_\_\_

##### Farmacológicos

B5. ¿En la actualidad consume algún medicamento, vitamina o suplemento?

Cual \_\_\_\_\_ Frecuencia \_\_\_\_\_ Hace cuanto \_\_\_\_\_.

Cual \_\_\_\_\_ Frecuencia \_\_\_\_\_ Hace cuanto \_\_\_\_\_.

##### Hábitos

B6. Tabaquismo: Fumador (fuma actualmente): Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_\_. Desde hace cuánto \_\_\_\_\_ Cigarrillos /día \_\_\_\_

Ex - Fumador (Dejó de fumar): Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_\_. Cuantos años fumó? \_\_\_\_ Cigarrillos/día \_\_\_\_

B7. Bebidas Alcohólicas Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_.

B8. Otros: 1) Si \_\_\_\_ 2) No \_\_\_\_; Cual \_\_\_\_\_; Frecuencia \_\_\_\_\_



Efecto de un programa de Ejercicio Aeróbico combinado con Yoga en el Comportamiento e algunas variables del Estrés Crónico.

### **C. ANTECEDENTES FAMILIARES**

**C1.** Tienen algún familiar: madre, padre, hermano(as), tíos(as), abuelos(as) que haya padecido o padezca:

Lípidos elevados: 1) Si\_\_\_\_ 2) No\_\_\_\_. Especificar: \_\_\_\_\_  
Enfermedad cardiovascular: 1) Si\_\_\_\_ 2) No\_\_\_\_. Especificar: \_\_\_\_\_  
Enfermedad cerebro-vascular: 1) Si\_\_\_\_ 2) No\_\_\_\_. Especificar: \_\_\_\_\_  
Diabetes tipo II: 1) Si\_\_\_\_ 2) No\_\_\_\_. Especificar: \_\_\_\_\_  
Hipertensión Arterial: 1) Si\_\_\_\_ 2) No\_\_\_\_. Especificar: \_\_\_\_\_  
Obesidad: 1) Si\_\_\_\_ 2) No\_\_\_\_. Especificar: \_\_\_\_\_  
Otros: \_\_\_\_\_

**D. ACTIVIDAD FÍSICA:** Si\_\_\_\_ No\_\_\_\_ ¿Hace cuánto tiempo?: \_\_\_\_\_ Frecuencia semanal? \_\_\_\_\_

### **E. INFORMACION ANTROPOMÉTRICA**

**E1.** Peso: \_\_\_\_\_ kg. **E2.** Talla: \_\_\_\_\_ metros. **E3.** IMC: \_\_\_\_\_ kg/m<sup>2</sup>. **E5.** Perímetro abdominal: \_\_\_\_\_ cm.

### **F. CARDIOPULMONARES**

**En reposo inicial**

**En reposo final**

FC: \_\_\_\_\_ TAS: \_\_\_\_\_; TAD: \_\_\_\_\_

FC: \_\_\_\_\_ TAS: \_\_\_\_\_; TAD: \_\_\_\_\_

FC máx. (220-edad) \_\_\_\_\_ FC ejercicio \_\_\_\_\_ FC respiratorio \_\_\_\_\_

**RITMOS:** tipo

Salsa: \_\_\_\_\_ reguetón: \_\_\_\_\_ salsa choque \_\_\_\_\_ bachata \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

FUENTE: Figueroa, F. N., Morales, J., Melgarejo, A., Forero, J., Gabriel, M., León, J. A., ... & Salazar, B. C. (2011). Characterization of patients with pre-diabetes in first-level health care service institutions Cali, Colombia. *Colombia Médica*, 42(1), 98-106.

#### ANEXO 4. ENCUESTA CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD (CVRS- 12)

Esta encuesta le pide sus opiniones acerca de su salud. Esta información permitirá saber cómo se siente y qué tan bien puede hacer usted sus actividades normales. ¡Gracias por contestar estas preguntas!

Para cada una de las siguientes preguntas, por favor marque con una ☐ la casilla que mejor describa su respuesta.

1. En general, usted diría que su salud es:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala

Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal. Su salud actual, ¿le limita para hacer esas actividades o cosas? Si es así, ¿cuánto?

2. **Esfuerzos moderados**, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de 1 hora

3. Subir **varios** pisos por la escalera

1	2	3
Sí, me limita mucho	Sí, me limita un poco	No, no me limita nada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Durante **las 4 últimas semanas**, ¿ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, **a causa de su salud física**?

4. ¿Hizo **menos** de lo que hubiera querido hacer?

5. ¿Tuvo que **dejar de hacer algunas tareas** en su trabajo o en sus actividades cotidianas?

1	2
Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Durante las **4 últimas semanas**, ¿ha tenido alguno de los siguientes problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas, **a causa de algún problema emocional** (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

- |   | 1<br>Sí                  | 2<br>No                  |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 6. ¿Hizo menos de lo que hubiera querido hacer, por algún problema emocional?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. ¿No hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan cuidadosamente como de costumbre, por algún problema emocional? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
8. Durante las **4 últimas semanas**, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?
- | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Nada                     | Un poco                  | Regular                  | Bastante                 | Mucho                    |

Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las **4 últimas semanas**. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted. Durante las **4 últimas semanas** ¿cuánto tiempo...

- |                                       | 1<br>Siempre             | 2<br>Casi siempre        | 3<br>Muchas veces        | 4<br>Algunas veces       | 5<br>Sólo alguna vez     | 6<br>Nunca               |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 9. ...se sintió calmado y tranquilo?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. ...tuvo mucha energía?            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. ...se sintió desanimado y triste? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

12. Durante las **4 últimas semanas**, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?

- | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Siempre                  | Casi                     | Algunas siempre          | Sólo veces               | Nunca alguna vez         |

Fuente. Ware Jr, J. E., Kosinski, M., & Keller, S. D. (1996). A 12-Item Short-Form Health Survey: construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Medical care*, 34(3), 220-233